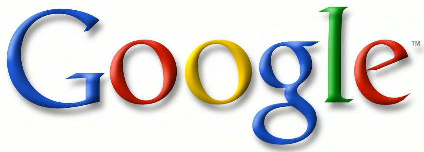




INTERNATIONALE

SEHPROBEN

ZUR

BESTIMMUNG DER SEHSCHÄRFE UND SEHWEITE.

Herausgegeben

von

Dr. M. Burchardt,

Oberstabsarzt 1. Kl. an der Militair-Turnanstalt und dirig. Arzt der Augenkranken-Abtheilung des Charite-Krankenhauses in Berlin.

Dritte verbesserte und vermehrte Auflage.

Hierzu 3 photographirte und 4 lithographirte Tafeln.

Kassel, 1883.

Verlag von A. Freyschmidt.

Hof-Buchhandlung.

INTERNATIONALE

SEHPROBEN

ZUR

BESTIMMUNG DER SEHSCHÄRFE UND SEHWEITE.

Herausgegeben

von

Dr. M. Burchardt,
Oberstabsarzt 1. Kl. an der Militair-Turnanstalt und dirig. Arzt der Augenkranken-Abtheilung des Charite-Krankenhauses in Berlin.

Dritte verbesserte und vermehrte Auflage.

Hierzu 5 photographirte und 4 lithographirte Tafeln.

Kassel, 1882.
Verlag von A. Freyschmidt.
Hof-Buchhandlung.



Herrn Professor Dr. Helmholtz

als Zeichen der Verehrung gewidmet



vom

Verfasser.



Vorbemerkung zur ersten Auflage.

In der Berliner klinischen Wochenschrift 1869 Nr. 48 habe ich „die internationalen Sehproben" bereits angezeigt und besprochen. Den Inhalt jenes Artikels habe ich grösstentheils in den nachstehenden Aufsatz mit aufgenommen, Einzelnes sogar wörtlich.

Die Sehprobentafeln und der zu denselben gehörige Text sind in ein möglichst kleines und handliches Format gebracht, um es dem Arzt zu erleichtern, dieselben mit sich zu führen. Sie können nach Belieben als selbstständiges Taschenbuch, oder in der Tasche des Hirschwald'schen Medicinalkalenders getragen werden.

Vorbemerkung zur zweiten Auflage.

In der zweiten Auflage sind Text und Tafeln vollständig umgearbeitet und haben mannigfaltige Erweiterungen und Verbesserungen erfahren. Der Text entwickelt die Theorie der Sehproben, insofern sie zur Bestimmung der centralen Sehschärfe dienen, giebt ferner die Grundlagen und Regeln für die Messung der peripheren Sehschärfe und eine gedrängte Uebersicht über die Verhältnisse der Refraction und Accommodation des gesunden und des kranken Auges über die durch die Tüpfel-Sehproben erleichterte Diagnostik dieser Zustände und über die Grundsätze der Brillenwahl.

Ich habe mich möglichst bemüht, in der neuen Auflage nicht blos Regeln, die nur etwa durch das Gedächtniss aufzufassen wären, über diese jetzt für jeden Arzt so wichtigen Lehren zu geben, sondern den inneren Zusammenhang derselben so darzulegen, dass sich der Leser leicht eine klare Einsicht über die Gründe der Regeln verschaffen kann. Während ich hiernach

strebte, habe ich es sorgfältig vermieden, verwickelte Beweise in die Darstellung einzufügen. Ich werde meine Aufgabe als gelöst betrachten, wenn dies kleine Buch und die zugehörigen Tafeln den praktischen Arzt, und zwar auch den nicht als specifischen Augenarzt thätigen, in den Stand setzen, die Sehschärfe und die Fehler der Accommodation und Refraction der Augen eines Kranken schnell und hinreichend genau für die Bedürfnisse der Praxis zu prüfen.

Für den Militairarzt besitzen meine Sehproben dadurch, dass sie die Diagnose der Sehschärfe und Sehweite schneller und in vielen Fällen ohne Zuhilfenahme von Gläsern zu stellen ermöglichen, wesentliche und practische Vorzüge vor allen andern Sehproben.

Dem Augenarzt von Fach und dem Physiologen bieten meine Tafeln einen mathematisch genauen und gleichzeitig bequemen Maasstab für die Leistung des Auges.

Die Zahl der Tafeln, die in der ersten Auflage 5 betrug, habe ich auf 6 und die Zahl der Abstufungen der Proben von 18 auf 29 erhöht. Ich habe die 4 ersten Tafeln paarweise vereinigt und alle 6 mit einer kurzen Gebrauchs-Anweisung, die sich auf den Rückseiten findet, versehen. Es hat diese Einrichtung für den Arzt den Vortheil, dass er für gewöhnlich nur die Tafeln bei sich zu führen hat, die in der Tasche des Kalenders bequem Platz finden.

Die Tafeln III und IV sind die wichtigsten und werden für die Besuche, die der Arzt ausser dem Hause macht, in der Regel genügen.

Ich bedaure, dass ich sowohl im Text, als auch auf den Tafeln zur Bezeichnung der Entfernungen und der Brillennummern noch immer das rheinländische Zollmaass neben dem in der Wissenschaft und im bürgerlichen Leben jetzt allein geltenden Metermaass habe anführen müssen. Es hat dies darin seinen Grund, dass die Brillengläser zur Zeit noch nicht nach Centimetermaass, sondern vielmehr unter Zugrundelegung theils des ganz veralteten und mit dem Chinesischen etwa gleich berechtigten Altfranzösischen, theils des jetzt ebenfalls abgeschafften rheinländischen Zollmaasses geschliffen werden. Hoffentlich erwerben sich deutsche Fabriken bald das Verdienst, diesem lästigen Zustande durch Abänderung ihrer Schleifschalen

ein Ende zu machen und die Krümmungshalbmesser der Brillengläser nach dem wissenschaftlich, wie praktisch allein berechtigten Meter-, resp. Centimetermaass abzustufen.

Für die Tafeln ist in der neuen Auflage ein weisses, mattes, durchaus nicht spiegelndes Papier benutzt. Doch wird auf Verlangen die Verlagshandlung auch Tafeln mit glattem (Albumin-) Papier liefern, wie bei der ältern Auflage.

Schliesslich kann ich nicht unterlassen, meinem Freunde, Herrn Dr. Max Boehr in Berlin für die Rathschläge zu danken, durch welche er mich bei der Abfassung der neuen Auflage unterstützt und den Anstoss zu mehreren Verbesserungen der Tafeln und des Textes gegeben hat.

Cantonnements-Quartier Vareddes
bei Meaux den 31. Mai 1871.

Vorbemerkung zur dritten Auflage.

Die neue Auflage ist im Vergleich zur zweiten vorzugsweise dadurch verbessert, dass ihr Wandtafeln und abgestufte Schriftproben beigegeben sind. Die von mir 1871 ausgesprochene Hoffnung, dass für die Bezeichnung der Brillengläser das Centimeter-Maass eingeführt werden möge, ist inzwischen dadurch in Erfüllung gegangen, dass die Nagel'schen Dioptrieen immer weitere Verbreitung gefunden haben. Ich habe daher geglaubt, in den neu beigegebenen Tafeln die Normal-Entfernungen ausschliesslich nach Metermaass angeben zu sollen.

Berlin im September 1882.

Die internationalen Sehproben, die mit diesem Buche vereinigt erscheinen, sollen dazu dienen, die Leistungsfähigkeit des gesunden und des kranken Auges genau und schnell zu ermitteln und die Untersuchung des Auges so weit zu erleichtern, dass für diese in vielen Fällen die Beihilfe von Gläsern entbehrlich wird. Sie sollen die Sehschärfe, den Fernpunkt und den Nahepunkt, ferner die Achsenrichtung, sowie den Grad des Astigmatismus eines Auges und damit die Grundlagen für die Bestimmung der Behandlung des betreffenden Augenleidens möglichst schnell und sicher finden helfen.

Dem Bedürfnisse der Aerzte, einen Maasstab für die Sehschärfe zu haben, schien zunächst gedruckte Schrift als dasjenige Vergleichungsobject, das immer am bequemsten zur Hand lag, am einfachsten und besten Genüge zu leisten. Dieses Vergleichungsobject wurde vom Herrn Professor Jäger durch Zusammenstellung einer gut abgestuften Skala von Schriftproben in sehr erhöhtem Grade praktisch brauchbar gemacht. Einen wesentlichen Fortschritt stellen die Snellen'schen Probebuchstaben dar, die sich durch die Einführung des Grundsatzes auszeichnen, dass die einzelnen Buchstaben der für die verschiedensten Entfernungen berechneten Proben dann eine normale Sehschärfe anzeigen, wenn sie unter einem Gesichtswinkel von 5 Minuten erkannt werden.

Sowohl die Snellen'schen, als die Jäger'schen und überhaupt alle Buchstaben-Proben für die Bestimmung der Sehschärfe sind mit gewissen sehr bedeutenden Mängeln behaftet. Sie sind nur bei Leuten, welche lesen können, anwendbar. Sie geben je nach der Fertigkeit, welche die untersuchten Personen

im Lesen haben, verschiedene und dem Grade der wirklichen Sehschärfe daher nicht entsprechende Resultate. Sie müssen je nach der Sprache der zu Untersuchenden in sehr verschiedenen Alphabeten und Sprachen gedruckt sein.

Die Buchstaben eines und desselben Alphabets sind nicht gleich leicht, d. h. nicht unter dem gleichen kleinsten Gesichtswinkel bei normaler Sehschärfe erkennbar, weil einzelne Theile des einen oder des andern Buchstabens sich zu nahe stehen, um in der vorschriftsmässigen Leseweite noch unterschieden werden zu können. Unter den grossen Lateinischen Buchstaben sind z. B. L, A, V, U, D und R leichter zu erkennen, als T F, P, E, am schlechtesten N, Z und S. Am meisten tritt die Ungleichmässigkeit der Buchstaben in den zusammenhängenden Schriftsätzen hervor, weil hier die sogenannten grossen Buchstaben und die Buchstaben mit langen Grundstrichen im Allgemeinen leichter zu lesen sind, als die in derselben Reihe stehenden kleinen Buchstaben. Der Astigmatismus erhöht die Schwierigkeit der Benutzung der gewöhnlichen Schriftproben und hat ohne Zweifel nicht selten zu unrichtigen Resultaten bei der Prüfung der Sehschärfe geführt. Denn Personen, deren Hornhäute in einer vom senkrechten Meridian sehr abweichenden Richtung ihre stärkste Krümmung haben, sind für das Erkennen von Buchstaben, weil diese in senkrechter Richtung ihre grösste Ausdehnung haben, weit übler daran, als solche Personen, deren Sehschärfe an sich nicht grösser ist, die aber *ceteris paribus* die stärkste Hornhautkrümmung im senkrechten, oder nahezu senkrechten Meridian haben. Die Ersteren bedürfen daher zum Lesen derselben Schrift eines grösseren Gesichtswinkels, als die Letzteren, und der Arzt geräth in Gefahr, die Sehschärfe Jener zu gering anzuschlagen.

Es ist ausserordentlich schwierig, genau in der Grösse abgestufte Schriftproben herzustellen, und es ist daher auch nicht zu verwundern, wenn die gebräuchlichen Leseproben von technischen Unregelmässigkeiten nicht frei sind. Die in den Druckereien vorhandenen Typen je einer Schriftsorte sind nicht einmal unter sich gleich hoch, sondern man hat, vermuthlich um den Schein der gleichen Höhe zu bewirken, die runden Buchstaben, wie o und e um etwas höher gemacht, als die vorherrschend geradlinigen, wie i und r.

Auf diese technischen Mängel der am meisten gangbaren Leseproben lege ich sehr wenig Gewicht, da er nur zufällig ist und sich verbessern lassen würde. Dagegen sind die weiter oben zusammengestellten Nachtheile in ihrer Gesammtheit sehr erheblich und haben sich mir wenigstens sowohl bei der Untersuchung von Augenkranken, die ich behandelte, als auch bei der Entscheidung über Brauchbarkeit zum Militairdienst, soweit diese vom Zustande des Sehvermögens abhängig ist, in hohem Grade fühlbar gemacht. Dies brachte mich 1867 zu dem Entschlusse, mir von den obigen Mängeln freie Sehproben aus Gruppen von schwarzen Scheiben zu bilden. Um die Grössenabstufungen der Proben unter sich mathematisch genau zu erhalten, liess ich dieselben auf photographischem Wege herstellen.

Meinem Freunde, Herrn Dr. Benecke, jetzt Professor in Königsberg, der die Photographien in völlig fehlerfreier Beschaffenheit mir für meinen Privatgebrauch angefertigt hat, bin ich hierfür sehr zu Dank verbunden. Diese Probetafeln habe ich später in Beziehung auf die Zahl der Abstufungen und auf die Gruppirung der schwarzen Tüpfel vermehrt, resp. verbessert und so in der ersten Auflage dieses kleinen Buches — 1870 — der Oeffentlichkeit übergeben. Die Photographien hatte damals Herr Christian Diehls in Cassel mit vieler Sorgfalt ausgeführt.

Die im Vergleich zu den früheren bedeutend vermehrten und verbesserten photographischen Sehproben-Tafeln der zweiten Auflage waren von Herrn W. Kuntzemüller angefertigt.

In der jetzigen Auflage ist die frühere Tafel I durch Lithographie hergestellt. Die photographischen Tafeln II bis V sind geblieben und an Stelle von Tafel VI der 2. Auflage eine auf Zinkblech aufgezogene photographische Tafel getreten, welche Tüpfel-Sehproben für Entfernungen von 100 bis 10 ctm in 11 Abstufungen bringt. Neu hinzugekommen sind 2 Wandtafeln mit Tüpfel-Sehproben für Entfernungen von 60 bis 4 Meter, 1 Wandtafel mit gestrichelten Scheiben zur Bestimmung des Astigmatismus und am Schluss des Textes 2 Seiten Schriftproben. Die Photographien sind aus der Anstalt des Königlichen Hofphotographen W. Kuntzemueller in Baden-Baden hervorgegangen, die Wandtafeln sind von Herrn Rohrbach in

Cassel auf Stein gezeichnet und die Schriftproben aus der Offizin von Büxenstein in Berlin.

Theorie der Sehproben, insofern dieselben zur Bestimmung der Sehschärfe dienen, und Einrichtung meiner Sehproben-Tafeln.

Im menschlichen Auge wird das Sehen vermittelt durch die Erregung der in oder an der Stäbchenschicht vertheilten Endigungen der Fasern des Sehnerven. Da diese Nervenendigungen zwar sehr dicht gedrängt stehen, aber doch ohne Zweifel jede einzelne Endigung von den nächsten durch wenn auch noch so kleine Zwischenräume getrennt ist, so ist unser Sehen genau genommen ein musivisches, obgleich die den specifischen Sinnesnerv erregenden auf der Netzhaut entworfenen reellen umgekehrten Bilder der von uns betrachteten Gegenstände ebenso continuirlich sind, als diese Gegenstände selbst. Wir sind aber gewohnt, uns der Erregung der räumlich getrennten Nervenendigungen als einer continuirlichen bewusst zu werden, wenn nur alle erregten Endigungen einander unmittelbar benachbart sind. Selbst die grosse nicht Licht empfindende Stelle des Sehnervenhügels bedingt bei uns unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht das Gefühl des blinden Flecks. Ja wir sehen sogar räumlich getrennte Objecte als ein continuirliches Object, wenn die Zwischenräume unter einem so kleinen Gesichtswinkel erscheinen, dass durch sie eine Unterbrechung der Reihenfolge der specifischen Nervenendigungen, welche durch die im Augenhintergrunde entworfenen Bilder der Objecte erregt sind, nicht bedingt ist. Unter solchen Umständen erkennen wir diese Objecte nicht als einzelne und von einander zu unterscheidende, obschon von jedem Gegenstande ein scharfes, von dem des Nachbars gesondertes Bild auf der Netzhaut entworfen ist. Punkte von 0,1 mm Durchmesser und um eben so viel von einander abstehend erscheinen bei 60 ctm Abstand vom Auge als eine zusammenhängende glatte Linie. Nähert man das Auge, so erkennt man bei 20—25 ctm Abstand, dass die Linie höckerig ist, und bei 16 ctm Entfernung gelingt es plötzlich, die einzelnen Punkte zu zählen. Erst jetzt

unterscheidet man jeden einzelnen Punkt von seinem Nachbar, d. h. mit anderen Worten, man erkennt ihn jetzt erst überhaupt als Punkt. Dies Unterscheiden ist das Kriterium des Scharfsehens; denn Scharfsehen findet offenbar erst dann statt, wenn man die Gegenstände richtig erkennt. Ich definire Sehschärfe als die Fähigkeit, kleine Objecte bei verhältnissmässig grossem Abstande vom Auge von einander zu unterscheiden. Sie wird gemessen durch das Verhältniss der Grösse des Abstandes der Objecte von einander zur Grösse der Entfernung der Objecte vom Auge, oder durch den Winkel, unter welchem jener Abstand dem Auge erscheint. Jenes Verhältniss hatte ich (als Durchschnitts-Ergebniss einer grossen Zahl von Messungen) für normalsichtige Augen zu 1 : 1600 und den Winkel zu 2,15 Min. (einem Netzhautbildchen von 0,0093 mm entsprechend) gefunden. Ich hatte hierbei als Objecte gleiche Kreise benutzt, deren Peripherien von einander um den Kreisdurchmesser entfernt waren. Der Abstand der Mittelpunkte zweier benachbarter Kreise betrug das Doppelte des Durchmessers, und ich würde, wenn dieser Abstand den obigen Berechnungen zu Grunde gelegt werden sollte, jenes Verhältniss zu 1 : 800, den Gesichtswinkel zu 4,3 Minuten und das Netzhautbildchen zu 0,0186 mm angeben müssen.

Es hatte sich bei meinen Messungen in vielen Fällen ergeben, dass dieselben normalsichtigen Augen Schriftproben unter einem Gesichtswinkel von 5 Minuten erkannten, also die nach Snellen's Vorgang jetzt allgemein als 1 bezeichnete Sehschärfe hatten. Seitdem haben die Sehschärfe - Messungen, welche H. Cohn (cf. Berliner klin. Wochenschr. 1871 No. 49) bei Dorfkindern angestellt hat, den Beweis geführt, dass bei diesen Kindern eine Sehschärfe 2 und darüber fast in der Hälfte der Fälle und bei einzelnen selbst eine Sehschärfe von $2^1/_2$ bis 3 vorkommt. Ich selbst habe später bei 237 Leuten, die 3 Batterien des Hessischen Feld-Artillerie-Regimentes No. 11 in Cassel angehörten, Messungen im Freien angestellt (cf. Deutsche militairärztliche Zeitschrift. 1873 Heft 11 u. 12) und gefunden, dass diese Leute eine Sehschärfe von 1,4 im Durchschnitt hatten. 89 (18,8%) von den hierbei untersuchten 474 Augen hatten eine Sehschärfe von 2 und darüber, und es

kamen selbst Sehschärfengrade von $2^2/_3$ und $2^4/_5$ vor. Es finden sich also nicht bloss bei den Kindern, sondern auch bei Erwachsenen recht hohe Grade von Sehschärfe und es liegt viel Veranlassung vor, als normal die Sehschärfe $2^1/_2$ zu bezeichnen, bei welcher der Abstand zweier eben noch zu unterscheidender Objecte von einander sich zum Abstande dieser Objecte vom Auge wie 1 : 4000 verhält und der entsprechende Gesichtswinkel 0,86 Minute und das Netzhautbildchen des Abstandes der Objecte von einander 0,0037 mm beträgt. Der Widerspruch, in welchem das nicht seltene Vorkommen dieser hohen Grade von Sehschärfe zu den früheren Beobachtungen steht, nach welchen man die Sehschärfe 1 als normal betrachtete, erklärt sich zum grossen Theil gewiss daraus, dass die früheren Beobachtungen in geschlossenen Räumen und daher bei verhältnissmässig schwacher Belichtung der Objecte, die späteren aber im Freien bei möglichst günstiger Belichtung angestellt worden sind.

Die von Cohn, von mir und später auch von Anderen beobachteten höheren Grade von Sehschärfe stimmen übrigens mit einigen älteren Beobachtungen und mit der Vertheilung der lichtempfindenden Sehnervenendigungen ziemlich gut zusammen. Ich führe hier einige Beobachtungen an, wie sie von Donders (Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges, 1866, Seite 165 u. 166) zusammengestellt sind. Nach Hooke werden 2 Fixsterne nur in äusserst seltenen Ausnahmen noch unterschieden, wenn ihr scheinbarer Abstand von einander kleiner als 60 Secunden ist. Andere Beobachter, die als Objecte feine parallele Drähte benutzten, die um ihre eigene Dicke von einander abstanden, haben als geringsten Gesichtswinkel, unter welchem die Achsen der Drähte von einander entfernt sein durften, 60 bis 90 Secunden gefunden.

Man kann sich ohne erheblichen Fehler die Querschnitte der Zapfen, welche die Mosaik des gelben Flecks der Netzhaut bilden, als regelmässige Sechsecke vorstellen. Jedes Sechseck entspricht dann der Endigung einer Sehnervenfaser. Wenn nun die Bilder von zwei hellleuchtenden Punkten in der Art auf der Netzhaut entworfen werden, dass sie um etwas mehr, als um die Breite eines Sechsecks und um weniger, als das Zwei- und vierfünftel-fache dieser Breite von einander abstehen,

so werden sie, je nachdem sie auf 2 benachbarte Zapfen oder auf 2 Zapfen, die durch einen dritten nicht getroffenen Zapfen getrennt sind, zu liegen kommen, den Eindruck eines oder den zweier getrennter leuchtender Punkte hervorrufen. Da das Auge nie absolut ruhig steht, so wechseln diese Eindrücke. Wenn der Eindruck der getrennten Wahrnehmung eine grössere zeitliche Dauer gewinnt (was von der Zunahme der Bildabstände abhängig ist) und daher überwiegt, so wird der Beobachter den Schluss machen, dass er es mit getrennten Objecten zu thun hat. Nach Hooke wird nun bei einem Gesichtswinkel von 60 Secunden das Erkennen von getrennten Objecten erreicht. Diesem Gesichtswinkel entspricht ein Bild-Abstand von 0,0044 mm oder ein Abstand von etwa anderthalb Zapfen-Breite, da der Querdurchmesser eines Zapfens bis 0,003 mm beträgt. Wir können daher auf Grund von Hooke's Beobachtungen die Folgerung ziehen, dass ein Abstand der Netzhautbilder um etwa anderthalb Zapfen-Breite genügt, um das Ueberwiegen des Eindrucks der getrennten scharfen Wahrnehmung der Objecte über den der einfachen Wahrnehmung zu sichern.

Bei der Betrachtung von 2 parallelen, um ihre eigne Dicke von einander entfernten Drähten ist in ähnlicher Weise eine nur zeitweise stattfindende Differenz in der Erregung von 3 einander benachbarten Parallel-Reihen von Zapfen des gelben Fleckes genügend, um den Eindruck des Getrenntseins der beiden Drähte in vorherrschender Weise zu erzeugen. Dem entspricht die durch die oben erwähnten Beobachtungen festgestellte Erfahrung, dass Lichtlinien bei einem Winkelabstande von 60 Secunden (gleichwerthig anderthalb Zapfen-Breiten) als getrennt erkannt werden.

Anders stellt sich die Sache aber, wenn es sich um Zählen einer grösseren Menge, z. B. mindestens von 4 bis 6 Objecten handelt. Hier ist das zeitweise Nicht-Unterscheiden eines der Objecte, deren Zwischenräume ja ohnehin der Wahrnehmbarkeit äusserst nahe stehen, so störend, dass das Zählen nicht gelingen kann. Selbst ein gleichzeitiges, aber doch nur momentanes Wahrnehmen sämmtlicher Objecte der Gruppe genügt noch nicht, um das Zählen zu ermöglichen. Denn, soweit meine Erfahrungen reichen, zählt Niemand in dieser Weise Gruppen, die aus mehr als 3 Objecten bestehen. (Wer die

Zeilen einer Seite abzählt, zählt dieselben stets einzeln, oder zu zweien oder dreien. Jede grössere Zahl bestimmt er durch eine wenn auch sehr schnell ausgeführte Summirung.) Es ist also für das Zählen nothwendig, das alle Objecte der Gruppe dauernd gleichzeitig gesehen werden. Dies findet dann statt, wenn die Bilder der Objecte auf solche Zapfen-Sechsecke fallen, von denen jedes so weit von anderen entfernt ist, dass sich auf der geraden Verbindungslinie mindestens ein nicht getroffenes Sechseck befindet. Ich glaubte, bevor ich das häufige Vorkommen einer Sehschärfe von 2 bis $2^1/_2$ kannte, dass die auf der Netzhaut zu Stande kommenden Bildpunkte um mehr als 0,0084 mm ($2^4/_5$ Zapfen-Breiten) von einander entfernt sein müssten, um dieser Anforderung zu genügen. Die späteren Beobachtungen haben nun aber bewiesen, dass der Abstand der Mittelpunkte der Netzhautbilder von je 2 nächstbenachbarten und um den eigenen Durchmesser von einander entfernten gleichen Kreisen nur 0,0074 mm ($2^1/_2$ Zapfen-Breiten) zu betragen braucht, um ein sicheres Unterscheiden und Zählen der Objectkreise zu gestatten.

Für die seltenen Fälle einer Sehschärfe von mehr, als $2^1/_2$, wird man vielleicht annehmen dürfen, dass die Netzhautzapfen in entsprechendem Verhältniss kleiner sind, als bei Augen von gewöhnlicher Sehschärfe. Die Stärke des Lichtes, das von den einzelnen Gegenständen ausgehend die Netzhaut trifft, hat auf die Grösse des kleinsten Gesichtswinkels, unter welchem getrennte Objecte als solche noch eben unterschieden werden, nur insofern einen Einfluss, als eine zu geringe Lichtmenge die Unterschiede der Erregungszustände der getroffenen und der nicht getroffenen Netzhautelemente zu gering ausfallen lässt, um normal scharfes Sehen zu ermöglichen. Bei nicht genügender Beleuchtung der Objecte sieht man also weniger scharf und man bedarf eines grösseren Gesichtswinkels als einer Compensation der mangelhaften Beleuchtung, um noch Gegenstände zu unterscheiden. Ist aber die Lichtstärke beträchtlich genug, um ein normal scharfes Sehen zu gestatten, so steigert eine noch stärkere Beleuchtung der Gegenstände die Fähigkeit des Unterscheidens nicht mehr und kann sie nicht steigern, weil das Maass der Sehschärfe in der Feinheit der Nervenenden begründet ist. Wer bei guter Beleuchtung in

25 ctm Entfernung eben nur noch die Sehprobe Nr. 25, aber die in allen Dimensionen um 1/12 kleinere Sehprobe Nr. 22 1/2 nicht mehr entziffert, dem gelingt in der angegebenen Entfernung das Zählen der letzteren Probe auch dann nicht, wenn man diese mit weissem Wolkenlicht, das man durch eine Luppe concentrirt hat, bis zum höchsten Grade der Helligkeit beleuchtet.*)

Die oben von mir gegebene Definition der Sehschärfe als der Fähigkeit, kleine Gegenstände bei verhältnissmässig grossem Abstande vom Auge von einander zu unterscheiden, weicht von der populären Anschauung stark ab, nach welcher Jemand sehr scharf sieht, der in sehr grosser Entfernung einen klein erscheinenden Gegenstand, wie z. B. ein Licht, ein Segel, noch wahrnimmt. Diese Auffassung beruht zum Theil auf einer unklaren Einmengung des Begriffs der Fähigkeit, für weite Entfernungen zu accommodiren. In der That wird aber ein leuchtender Körper, der unter einem unmessbar kleinen Gesichtswinkel erscheint, doch noch sicher gesehen, wenn nur die Lichtintensität so gross ist, dass der Optikus, und sei es auch nur in einer einzigen Nervenendigung erregt wird. Einen hellen Fixstern nimmt selbst ein ziemlich schwachsichtiges Auge noch wahr; und doch ist in diesem Falle der Gesichtswinkel unendlich klein. Da wir diese unendlich kleinen Gesichtswinkel nicht einmal differentiiren können, so dürfen wir dieselben und folglich auch die Wahrnehmbarkeitsgrenzen der Gegenstände schon darum nicht als Maass der Sehschärfe benutzen, weil wir sie nicht unter sich vergleichen können. Ich halte es für wichtig, auf diesen Unterschied der populären Anschauung und meiner obigen Definition Nachdruck zu legen, weil jene Anschauung zu irrigen Maassnahmen und z. B. zur Aufstellung unzweckmässiger Bestimmungen über Militair-Brauchbarkeit führen kann.

Snellen hat als Kriterium des Scharfsehens ganz richtig die Fähigkeit des Unterscheidens aufgestellt. Aber er beein-

---

*) Nur in denjenigen Fällen, bei denen Trübungen und Unregelmässigkeiten der durchsichtigen Theile des Auges die Sehschärfe beeinträchtigen, wird diese bei hellerer Beleuchtung häufig gesteigert, weil in Folge der grösseren Helligkeit die Pupille enger und dadurch der störende Einfluss der Trübungen und Unregelmässigkeiten der brechenden Medien unter Umständen erheblich vermindert wird.

trächtigt die Schärfe dieses Prinzips sehr wesentlich in der Ausführung, indem er verlangt, dass Buchstaben, die unter einem Winkel von 5 Minuten gesehen werden, von einem Normalsichtigen unterschieden werden sollen. Denn das Unterscheiden dieser Buchstaben ist kein einfacher unmittelbarer Sehakt und kann daher auch kein sicheres Urtheil über die Sehschärfe gewähren, sondern ist ein Schluss (Denkakt), welcher sich auf das Unterscheiden der einzelnen Theile der Buchstaben gründet. Diese einzelnen Theile aber erscheinen, wenn der Buchstabe, zu dem sie gehören, unter einem Winkel von 5 Minuten gesehen wird, in sehr ungleichen Abständen von einer Minute (S), 2 Minuten und 3 Minuten (O) und werden daher in dem ersten Falle 3 Mal so schwer unterschieden, als im letzten. Wenn nichts desto weniger die Snellen'schen Buchstaben eine gewisse Brauchbarkeit für die Bestimmung der Sehschärfe haben, so beruht dies darauf, dass jene Unregelmässigkeiten sich zum Theil gegenseitig kompensiren. Mit Rücksicht hierauf und auf die grosse Verbreitung, welche die Schriftproben in der augenärztlichen Praxis gewonnen haben, sind der neuen Auflage Schriftproben beigegeben worden. Dieselben bieten für Normalsehweiten von 20 Meter bis 0,5 Meter 18 Abstufungen dar. Sie zeigen einzeln stehende Buchstaben von gewöhnlicher Form, die mir brauchbarer erscheinen, als die den Snellen'schen Quadratnetzen angepassten.

Aus den oben und den in der Einleitung angegebenen Gründen halte ich aber Buchstaben für viel weniger zur Anstellung von Sehprüfungen geeignet, als die einfachen Objekte, die ich als internationale Sehproben bezeichnet habe. Als ich diese letzteren entwarf, ging ich davon aus, dass ein normalsichtiges Auge zwei oder mehr Gegenstände dann deutlich unterscheidet und scharf sieht, wenn dieselben unter einander mindestens um einen Gesichtswinkel von 2,15 Minuten entfernt erscheinen. Für die Messung der Sehschärfe in einem gegebenen Falle ist es hiernach nur nöthig, die Entfernung zu bestimmen, in welcher zu einer Gruppe vereinigte Probe-Objecte, die einen bekannten Abstand von einander haben, sicher gezählt, also scharf unterschieden werden, und das so gefundene Verhältniss mit dem normalen zu vergleichen.

Hinsichtlich der Grösse der Probe-Objecte habe ich mich dafür entschieden, die Durchmesser der Objecte genau gleich dem gegenseitigen Minimal-Abstande zu machen, weil dies das einfachste und darum am wenigsten willkürliche Verhältniss darstellt, und weil einerseits eine den gegenseitigen Abstand übertreffende Grösse der Objecte die wünschenswerthe Mannigfaltigkeit der Gruppirung sehr erschwert, und es andererseits bei den feineren Sehproben technisch geradezu unmöglich ist, die Objecte kleiner zu machen, als die Abstände. Eine sehr geringe auf Kosten des gegenseitigen Abstandes ausgeführte Vermehrung des Durchmessers der Objecte ermöglicht es allerdings, dass die Gruppen in einer etwas grössern Entfernung entziffert werden. Sobald man aber die Vergrösserung der Objecte und die Verkleinerung der Abstände noch weiter steigert, tritt das umgekehrte Resultat ein. Die Gruppe in der linken obern Ecke der Probe Nr. 30 auf Tafel IV und ebenso die Gruppe in der rechten obern Ecke der Probe Nr. 22½ liefern hierfür einen augenscheinlichen Beweis. In beiden Gruppen sind die Minimalabstände der Mittelpunkte von 2 benachbarten Tüpfeln mathematisch genau gleich den entsprechenden Abständen in den andern Gruppen der gleichnamigen Probe, die Tüpfel aber sind erheblich grösser und die Zwischenräume zwischen denselben in umgekehrtem Verhältniss kleiner. Die Tüpfel in beiden Extragruppen werden von meinem Auge schlechter gezählt, als die andern Gruppen der gleichnamigen Probe. Dasselbe Ergebniss finde ich bei den Gruppen in den untern äussern Ecken derselben Proben. Diese Gruppen zeichnen sich bei gleichen Abständen der Mittelpunkte der Tüpfel durch die Kleinheit der Tüpfel aus. (Ich bemerke hier ausdrücklich, dass die 4 äussern Eckgruppen der Proben 30 und 22½ zur Bestimmung der Sehschärfe nicht benutzt werden dürfen, da sie den andern Gruppen nicht gleichartig construirt sind.)

Nach Versuchen, die ich angestellt habe, ist es fast ganz gleichgültig, ob man weisse Figuren auf schwarzem Grunde, oder schwarze Figuren auf weissem Grunde benutzt. Man zählt die Ersteren *ceteris paribus* keineswegs in grösserer Entfernung, als die Letzteren. Ich habe schwarze Tüpfel auf weissem Grunde gewählt, weil sie leichter herzustellen sind und durch den häufigen Gebrauch nicht so schnell verderben, als die

andern, bei denen die geringste Verfärbung der weissen Tüpfel die betreffende Gruppe für den Gebrauch ungeeignet machen würde.

In Bezug auf die Form der Probe-Objecte kann die Wahl nur zwischen regelmässigen Figuren schwanken, also dem gleichseitigen Dreiecke, dem Quadrate, dem regelmässigen Fünfecke, Sechsecke und so weiter bis zum Kreise. Es liegt nun auf der Hand, dass bei der Gleichheit der Abstände der Objecte die aus diesen zu bildenden Gruppen desto regelmässiger und die Zahl der zu einer Gruppe vereinigten Objecte desto leichter zu errathen ist, je weniger Seiten die Figuren haben. Hieraus folgt mit Nothwendigkeit, dass kreisförmige Tüpfel den Vorzug verdienen, weil sie am fügsamsten für die Bildung unregelmässiger Gruppen sind.

Die Zahl der zu einer Gruppe zu vereinigenden Tüpfel variirt, wenn es sich um Bestimmung der Sehschärfe durch Zählenlassen handelt, am zweckmässigsten, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, und wie dies auch mit der theoretischen Begründung (Seite 7) übereinstimmt, zwischen 4 und 6. Gruppen, die nur aus 2 oder 3 Punkten bestehen, werden nämlich zu leicht errathen; andererseits zählen die meisten Menschen mehr als sechs Tüpfel in einer Gruppe sehr schwer und unsicher, wenn die Abstände der Tüpfel unter einem sehr kleinen Gesichtswinkel erscheinen. Ich habe daher in meinen Sehproben die Gruppen vorzugsweise aus je 4, je 5 oder je 6 Tüpfeln zusammen gesetzt und nur darum einige wenige Gruppen von je 3 und von je 7 Tüpfeln hinzugefügt, weil das Rathen unter fünf Zahlen erheblich schwieriger ist, als unter dreien.

Auf den beiden Wandtafeln I und II habe ich 11 Abstufungen von Sehproben gegeben, deren Normalzählweiten 60, 40, 30, 20, 15, 12, 10, 8, 6, 5 und 4 Meter sind. 29 auf den 4 ersten kleineren Tafeln enthaltene Abstufungen entsprechen den in Centimetern angegebenen Normalzählweiten 1600, 800, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 160, 120, 100, 90, 80, 70, 60, 55, 50, 45, 40, 36, 32, 30, $27\frac{1}{2}$, 25, $22\frac{1}{2}$, 20, 18, 16 und 15. Die kleine auf Zinkblech aufgezogene Tafel giebt 11 Abstufungen, deren Normalzählweiten 100, 80, 50, 40, $33\frac{1}{3}$, 25, 20, 15, $12\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{10}$ und 10 Centimeter auf der Rückseite angegeben sind.

Bei den übrigen Tafeln sind die Normalzählweiten über jeder einzelnen Abstufung verzeichnet.

Durchweg ist der Durchmesser eines jeden Tüpfels, sowie sein Abstand von dem oder den nächstbenachbarten Tüpfeln genau 1600 Mal kleiner als die für die betreffende Abstufung angegebene Normalzählweite. Es enthalten daher z. B. die für 60 Meter Sehweite bestimmten Proben Tüpfel von 37,5 mm Durchmesser, und es haben die Tüpfel von Nr. 1600 einen Durchmesser von 10 mm, die von Nr. 15 einen Durchmesser von $\frac{3}{32}$ mm und die von Nr. 10 einen Durchmesser von $\frac{1}{16}$ mm. Da es für diejenigen Aerzte, deren Nahepunkt nicht sehr nahe am Auge liegt, auch bei Sehschärfe 1 unmöglich ist, die kleinsten Proben mit blossem Auge zu entziffern, so habe ich die Zahl der in jedem einzelnen Felde der Tafel IV von Nr. 45 bis Nr. 15 enthaltenen Tüpfel auf die Rückseite dieser Tafel und die Zahl der in jedem Felde der Zinktafel enthaltenen Tüpfel auf den Umschlag der Tafel drucken lassen.

Die Zusammenstellung der Gruppen in jeder einzelnen Abstufung meiner Sehproben ist nicht bloss durchaus verschieden angeordnet, sondern es findet sich nicht einmal eine einzelne Gruppe, die in ihrer Form mit irgend einer andern vollkommen übereinstimmt*). Ein gewisser Grad von Aehnlichkeit hat sich allerdings namentlich bei den aus nur 3 oder 4 Tüpfeln zusammengesetzten Proben nicht vermeiden lassen.

Die Abstufungen der Proben sind aus dem Grunde so zahlreich und namentlich für die kleineren Entfernungen so eng an einander gerückt, damit es möglich sei, nicht bloss bei Emmetropie, sondern auch bei Myopie jeden Grades bis zu Myopie $\frac{1}{10}$ $\left(\frac{1}{4}\right)$**) ohne Anwendung von Brillengläsern die

*) In der ersten Auflage unterschieden sich die Gruppen mehrerer Abstufungen nur durch die Grösse und durch die aufrechte oder seitliche Lagerung des Feldes, auf welchem die Gruppen einer Abstufung vereinigt waren.

**) Ich werde im Folgenden überall die Brillengläser und die diesen entsprechenden Refractions-Zustände der Augen durch die reciproke Zahl der in Centimetern ausgedrückten Brennweite der Gläser bezeichnen und daneben in Parenthese die bis jetzt noch übliche Bezeichnung in Zollen setzen.

Sehschärfe zu bestimmen. Bei den Jäger'schen, den Snellen'schen und den Schweigger'schen Sehproben, die mit der Sehweite von 1 bis 1 1/2 Fuss abschliessen und bis zu 2 Fuss aufwärts fast keine Zwischenstufen besitzen, ist man bei den Kurzsichtigen genöthigt, Concavgläser zu Hilfe zu nehmen. Dies macht die Untersuchung nicht nur verwickelter, sondern es beeinträchtigt auch die Richtigkeit des Resultates. Denn die Concavgläser verkleinern den Gesichtswinkel und das Netzhautbildchen. Sie lassen also den Kurzsichtigen weniger sehscharf erscheinen, als er ist. Meine Sehproben ermöglichen es nun fast immer, die Sehschärfe zu bestimmen, ohne dieser Fehlerquelle einen Einfluss zu gestatten.

Auf eine Cautel, die bei dem Gebrauch der feineren Sehproben nicht vernachlässigt werden darf, muss ich noch aufmerksam machen. Die Normalzählweiten meiner sämmtlichen Proben sind nämlich von dem Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen im Auge und nicht von dem vorderen Hornhautscheitel an berechnet. Wenn man (wie gewöhnlich geschieht) von dem letzteren Punkte ab messen und berechnen wollte, so müsste man etwa 3/4 ctm von jeder der in der Tabelle enthaltenen Zählweiten in Abzug bringen. Dies würde bei den grossen Sehproben, etwa bis Nr. 60 abwärts, allerdings völlig unerheblich sein, nicht aber bei den kleineren Proben. Ich halte es indessen für praktischer, alle hier in Betracht kommenden Messungen so anzustellen, dass man für dieselben als Ausgangspunkt einen etwa 3/4 ctm hinter der Ebene des vorderen Pols des Auges gelegenen Punkt nimmt, den man sich am bequemsten am untern äussern Umfang des Augenhöhlenrandes für jeden einzelnen Fall nach ungefährer Schätzung aussuchen und fixiren kann.

Im Vorhergehenden habe ich nur von der Bestimmung der Sehschärfe gesprochen, die dem Mittelpunkte des gelben Flecks zukommt und bekanntlich das Maximum der Sehschärfe des gesunden Auges darstellt. Bei vielen Krankheiten des Auges ist es aber nothwendig, nicht nur die Sehschärfe des gelben Flecks, sondern auch diejenige der seitlichen Theile der Netzhaut zu messen. Gewöhnlich beschränkt man sich auf die für die Diagnose und die Therapie allerdings höchst wichtige Feststellung der Grenzen, innerhalb oder jenseits deren das Sehen

ganz aufgehoben, oder das Erkennen von Farben vernichtet ist. Es reicht aber für eine Reihe von Fällen nicht aus, die örtlich beschränkte Vernichtung des Sehvermögens zu erkennen, sondern man muss auch die blosse Verminderung der Sehschärfe auffinden und den Grad der Verminderung messen. Um aber schon bei der ersten Untersuchung zu erkennen, in wie weit die Sehschärfe krankhaft herabgesetzt ist, und um bei den späteren Untersuchungen Besserung oder Verschlimmerung des Zustandes gehörig zu würdigen, muss man nothwendiger Weise den Grad der Sehschärfe kennen, der den einzelnen Regionen der gesunden Netzhaut zukommt. Hierüber liegen zahlreiche Untersuchungen vor, von denen die bekanntesten und, soweit ich es beurtheilen kann, die besten die von Aubert und Förster (Archiv für Ophthalmologie Bd. III Abtheil. 2 Seite 1—38) sind. Diese Beobachter haben theils bei Lampenlicht, theils bei einer durch den elektrischen Funken bewirkten, blitzschnell vorübergehenden Beleuchtung der Probe-Objecte die peripherische Sehschärfe experimentel geprüft. Da in der gewöhnlichen Praxis die letztere Methode nicht verwendbar ist, und da die Ergebnisse derselben, sowie der ersteren Methode (bei der das Unterscheiden von zwei Punkten als Probe der Sehschärfe verlangt wurde) mit denen einer bei gewöhnlichem Tageslicht angestellten Untersuchung nicht ohne Weiteres vergleichbar sind, so habe ich unter Anwendung eines Verfahrens, dass ich auch für die gewöhnliche augenärztliche Praxis am besten geeignet halte, die periphere Sehschärfe einer, wenn auch nur kleinen Zahl von gesunden Augen je im senkrechten, je im horizontalen und je in den beiden unter 45° zur Senkrechten geneigten Meridianen in einer ziemlich grossen Reihe von Zonen mittelst des Perimeters gemessen. Indem ich am Rande des Perimeter-Bogens von rückwärts Tüpfelproben nach vorn führte, liess ich den Untersuchten es angeben, sobald er die Tüpfel sicher zählte, und konnte nun für den betreffenden Perimetergrad die entsprechende Sehschärfe leicht berechnen. Solchen Beobachtungen hängen leider mancherlei Ungenauigkeiten an. Einmal ist zu bedenken, dass die Sehschärfe in den stark peripherisch gelegenen Theilen der Netzhaut eine so geringe ist, dass die hier brauchbaren Sehproben eine grosse Fläche einnehmen und ihr Ort sich daher nicht

seine volle Leistungsfähigkeit nur dann, wenn die von ihm betrachteten Gegenstände scharf gezeichnete Bilder auf der Netzhaut entwerfen, da nur unter dieser Bedingung ein deutliches Sehen möglich ist. Scharfe Bilder der Gegenstände kommen aber nur dann auf der Netzhaut zu Stande, wenn die von jedem einzelnen Punkte des Objectes ausgehenden Lichtstrahlen nach ihrem Durchgange durch Hornhaut, Humor aqueus, Linse und Glaskörper je in einem Punkte der Netzhaut sich treffen. In allen Fällen, in denen dies (ohne Einschaltung von Gläsern, die den Gang der Lichtstrahlen verändern) geschieht, befinden sich die Objecte auf der Strecke zwischen Nahepunkt und Fernpunkt, das heisst innerhalb der Weite des deutlichen Sehens.

Diese Strecke hat häufig eine derartig ungünstige Lage oder Ausdehnung, dass die betreffenden Individuen gerade in den Entfernungen, in denen ihre Gesichts-Objecte sich gewöhnlich befinden, nicht deutlich sehen können oder dies doch nur mit Anstrengung und Gefährdung des Auges vermögen. Unter solchen Umständen ist es die Aufgabe des Arztes, für das Auge des Kranken Brillengläser zu bestimmen, die die Lage des Fernpunktes und des Nahepunktes in der Weise verschieben, dass das Auge ohne schädliche Anstrengung in den für das Individuum erwünschten Entfernungen deutlich sieht.

Die Bestimmung des Nahepunktes und des Fernpunktes und die Brillenwahl lassen sich mit Hilfe meiner Sehproben verhältnissmässig schnell und genau ausführen. Ehe ich das hierbei zu beobachtende Verfahren im Speciellen bespreche, werde ich die für dasselbe in Betracht kommenden Verhältnisse in ihrem Zusammenhange erörtern, um die zu gebenden Regeln klarer begründen zu können.

Indem ich von dem einfachsten Falle ausgehe, nehme ich an, dass das der Betrachtung unterworfene Auge für unendliche Entfernung unveränderlich eingestellt ist. Unter dieser Voraussetzung werden die von einem Punkte des in unendlicher Entfernung befindlichen Objects kommenden, unter sich parallelen Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch die lichtbrechenden Theile des Auges so abgelenkt, dass sie sich in je einem Bildpunkte der Netzhaut schneiden. Das Auge erhält also auf der Netzhaut scharfe Bilder von unendlich entfernten Objecten.

Wenn man unmittelbar vor dasselbe eine Convexlinse $\frac{1}{n}$ *) hält und das Object in die Brennweite n der Linse bringt, so gehen die von einem Objectpunkte kommenden Strahlen nach ihrem Durchtritt durch die Linse parallel weiter und müssen sich daher je in einem Bildpunkte der Netzhaut treffen. Das Auge erhält somit durch Vorsetzen der Linse $\frac{1}{n}$ scharfe Bilder von Objecten, die sich in der Entfernung n befinden und sieht in dieser Entfernung deutlich.

In dem Bisherigen bin ich davon ausgegangen, dass das Auge, für sich allein betrachtet, auf unendliche Entfernung, d. h. für parallele Lichtstrahlen eingestellt sei. Jede Einstellung des Auges für andere Entfernungen wird von jener ersten, wie von einem festen Punkte aus gemessen. Der Refractionszustand, den das für unendliche Entfernung eingestellte Auge hat, dient als Nullpunkt der Eintheilung. Ist das Auge für irgend eine andere Entfernung eingestellt, so bezeichnet man den betreffenden Refractionszustand desselben durch diejenige Linse, durch deren Einschaltung man ein auf unendliche Entfernung eingestelltes Auge künstlich befähigen würde, ohne eigene innere Veränderung in der gegebenen Entfernung deutlich zu sehen. Man bezeichnet also den Refractionszustand eines auf die Entfernung + n eingestellten Auges als $+\frac{1}{n}$, weil die Linse $+\frac{1}{n}$ die Sehweite eines auf unendliche Entfernung eingestellten Auges auf die Entfernung n bringt. Folgerichtig setzt man den Refractionszustand des Auges, wenn es für unendliche Entfernung (∞) eingestellt ist, $= \frac{1}{\infty}$, und wenn es für mehr als unendliche, das heisst für negative Entfernungen, z. B. für — m eingestellt ist, $= -\frac{1}{m}$. Im ersten Fall werden

*) Man bezeichnet alle sphärischen Linsen durch den reciproken Werth ihrer Brennweite. Eine Convexlinse, deren Brennweite $= + n$ ist, wird daher mit $+ \frac{1}{n}$ und eine Concavlinse, deren Brennweite $= - m$ ist, mit $- \frac{1}{m}$ bezeichnet, und so in Rechnung gebracht. Lichtstrahlen, die von einem in der Brennweite einer Linse liegenden Punkte herkommen, werden durch die Linse so gebrochen, dass sie parallel weiter gehen.

die von einem Punkte, der in der Entfernung n vor dem Auge liegt, divergirend zum Auge verlaufenden Strahlen, im zweiten die von einem unendlich entfernten Punkte parallel nach dem Auge verlaufenden Lichtstrahlen, im dritten die (von einem jenseits ∞ liegenden Punkte herkommenden und) nach einem in der Entfernung m hinter dem Auge gelegenen Punkte convergirenden Strahlen je in einem Bildpunkte der Netzhaut vereinigt.

Die Einstellung des Auges für verschiedene Entfernungen wird durch einen Muskel bewirkt. Im Zustande der völligen Ruhe desselben ist das Auge für die (ihm mögliche) weiteste Entfernung, d. h. für seinen Fernpunkt eingestellt (accommodirt). Bei stärkster Anspannung des Muskels ist es für die (ihm mögliche) kleinste Entfernung, d. h. für seinen Nahepunkt accommodirt. Bei der Accommodation für die Nähe wird die Krystalllinse des Auges, namentlich in ihrer vorderen Fläche, stärker gewölbt und es wird hierdurch dieselbe stärkere Brechung der eintretenden Lichtstrahlen erreicht, wie wenn mit dem Auge eine neue Convexlinse verschmolzen würde. Durch die Stärke, die diese neue Linse bei Einstellung des Auges auf den Nahepunkt haben müsste, ist die Accommodationsbreite, d. h. die Steigerung, die die Refraction des Auges bei dem Uebergange von der Fernpunkts-Einstellung zur Nahepunkts-Einstellung erfährt, unmittelbar gemessen. Es lässt sich dies durch die nachstehende Gleichung kurz ausdrücken. Bezeichnet man die neue, gewissermassen eingeschobene Linse mit $\frac{1}{Ac}$, den Refractionszustand des für den Fernpunkt accommodirten Auges mit $\frac{1}{Fp}$, den Refractionszustand des für den Nahepunkt eingestellten Auges mit $\frac{1}{Np}$, so ist:

$$\frac{1}{Np} = \frac{1}{Fp} + \frac{1}{Ac}$$

und

$$\frac{1}{Ac} = \frac{1}{Np} - \frac{1}{Fp}.$$

Indem man von dem Refractionszustande ausgeht, der dem Auge im Zustande der Ruhe natürlich ist, theilt man die Augen je nach der Lage ihres Fernpunktes in kurzsichtige (myopische), in emmetropische und in übersichtige (hyperopische, hyper-

metropische) ein. Für das kurzsichtige Auge liegt der Fernpunkt diesseits unendlich, der den Refractionszustand des ruhenden Auges ausdrückende Bruch $\frac{1}{Fp}$ erhält ein positives Vorzeichen und das Auge ist so stark lichtbrechend, dass nur divergent einfallende Strahlen auf der Netzhaut zur Vereinigung gelangen können. Für das emmetropische Auge liegt der Fernpunkt in unendlicher Entfernung, der Werth $\frac{1}{Fp}$ ist $= \frac{1}{\infty} = 0$ und das Auge vereinigt in der Accommodations-Ruhe parallele Strahlen zu einem Bildpunkte auf der Netzhaut. Für das übersichtige Auge liegt der Fernpunkt jenseits unendlich, d. h. es existirt nur ein imaginairer hinter dem Auge (also in negativer Entfernung) gelegener Fernpunkt; das Auge vereinigt in der Accommodations-Ruhe convergente, auf den imaginairen Fernpunkt gerichtete Lichtstrahlen je in einem Bildpunkte der Netzhaut, und der Bruch $\frac{1}{Fp}$ erhält ein negatives Vorzeichen. Das übersichtige Auge ist in seiner Fernpunkts-Einstellung ausser Stande, Objecte, die sich in irgend einer endlichen Entfernung befinden, deutlich zu sehen, weil die divergent von je einem Punkte des Objectes ausgehenden Lichtstrahlen sich erst hinter der Netzhaut des übersichtigen Auges in je einem Punkte schneiden und auf der Netzhaut selbst einen Zerstreuungskreis entwerfen.

Die Bestimmung des Fernpunktes geschieht auf subjectivem Wege entweder durch grosse Sehproben, die man in einer festen, während der ganzen Untersuchung nicht geänderten Entfernung von 5 bis 6 Metern aufstellt, oder durch kleinere Sehproben, die man in geringeren veränderlichen Entfernungen dem Auge darbietet. Das erstere Verfahren ist im Allgemeinen nicht nur bequemer, weil man nicht nöthig hat, wechselnde Entfernungen, wie bei dem zweiten Verfahren, zu messen, sondern liefert auch in so fern genauere Ergebnisse, als nur beim Sehen auf Entfernungen von 5 Meter und darüber die Accommodition entspannt und das Auge also auf den wirklichen Fernpunkt eingestellt wird, während beim Betrachten naher Objecte ein entsprechend der Convergenz-Stellung der Augenachsen wechselnder sehr erheblicher Grad von Accommodations-Anspannung vorhanden zu sein pflegt. Bei dem ersteren

Verfahren sucht man, wenn durch Concavgläser die Sehleistung für die Entfernung gesteigert wird, das schwächste Concavglas (*a*), mit welchem noch die grösste Sehschärfe entwickelt wird. Wird durch Convexgläser die Sehleistung für die Entfernung gesteigert, oder wenigstens nicht verringert, so sucht man das stärkste Convexglas (*b*), bei dessen Anwendung noch die grösste dem Auge zukommende Sehleistung entwickelt wird. Jenes schwächste Concavglas *a* giebt den Grad der vorhandenen Kurzsichtigkeit, andernfalls das stärkste Convexglas *b* den Grad der Uebersichtigkeit unmittelbar an.

Wenn man nun die geringste Entfernung bestimmt, in welcher das mit den in Rede stehenden Gläsern bewaffnete Auge noch vollkommen scharf sieht, so hat man in dem reciproken Werth des Abstandes dieses künstlichen Nahepunktes vom Auge unmittelbar einen Ausdruck für die Accommodations-Breite gefunden. Diese $\left(\frac{1}{\mathrm{Ac}}\right)$ ist nun gleich der Differenz der optischen Werthe der Nahepunktseinstellung des (unbewaffneten) Auges und der Fernpunktseinstellung desselben $\left(\frac{1}{\mathrm{Ac}} = \frac{1}{\mathrm{Np}} - \frac{1}{\mathrm{Fp}}\right)$, und man findet daher den wirklichen Nahepunktsabstand leicht vermittelst der Gleichung $\frac{1}{\mathrm{Np}} = \frac{1}{\mathrm{Ac}} + \frac{1}{\mathrm{Fp}}$.

Das zu zweit erwähnte Verfahren zur Bestimmung des Fernpunktabstandes ist theils als Controle zu empfehlen, theils tritt es als Ersatz für das erstere Verfahren ein, wenn grosse für die Entfernungen von 5 bis 6 Metern geeignete Sehproben oder die Gläser eines Brillenkastens nicht zur Hand sind, theils endlich ist es dem ersteren Verfahren bei hochgradiger Kurzsichtigkeit (stärker als $1/8$ ($1/3$)) unbedingt vorzuziehen. Man bestimmt bei dem zweiten Verfahren den Fernpunkt, wenn dieser sich in endlicher Entfernung vom Auge befindet, in der Weise, dass man durch Vorhalten der Sehproben in verschiedenen allmählig zunehmenden Entfernungen ermittelt, welches die grösste Entfernung ist, in welcher das Auge noch deutlich sieht, d. h. den ihm zukommenden höchsten Werth von Sehschärfe bei Entzifferung der Sehproben entwickelt. Für das kurzsichtige Auge führt man diese Bestimmung im Allgemeinen ohne Anwendung von Gläsern aus. In allen denjenigen Fällen aber, in denen der Fernpunkt oder auch der Nahepunkt sehr weit vom Auge ab, oder gar jenseits unendlicher Entfernung

liegt, würde die Untersuchung mit den grössten Schwierigkeiten verbunden sein, wenn man das Auge nicht durch ein starkes Convexglas (am besten $\frac{1}{16}$ $\left(\frac{1}{6}\right)$ oder $\frac{1}{20}$ $\left(\frac{1}{7\frac{1}{2}}\right)$) kurzsichtig machte und es so ermöglichte, die Sehproben in einer mässigen und darum leicht zu messenden Entfernung anzuwenden. Die hierbei sich ergebende grösste Entfernung, in welcher das bewaffnete Auge noch mit seiner vollen Sehschärfe die Proben entziffert, ist der Fernpunkts-Abstand (Fp^1) des optischen Systems, das aus dem Auge und aus der Convexlinse $\frac{1}{16}$ oder $\frac{1}{20}$ zusammengesetzt ist. Den gesuchten Fernpunkts-Abstand (Fp) des unbewaffneten Auges findet man nun durch Rechnung, indem man von der folgenden Gleichung ausgeht;

$$\frac{1}{Fp} + \frac{1}{16} = \frac{1}{Fp^1}$$

Da die Grösse von Fp^1 bereits bekannt ist, so ist durch einfaches Einsetzen des betreffenden Werthes in die beiden Gleichungen leicht zu finden, wie gross $\frac{1}{Fp}$ ist. In gleicher Weise kann man aus der geringsten Entfernung, in welcher das unbewaffnete Auge, oder wenn es sich um Uebersichtigkeit handelt, das mit einem starken Convexglase bewaffnete Auge noch vollkommen scharf sieht, den Nahepunkt bestimmen.

Bei den Berechnungen, die hier auszuführen sind, handelt es sich stets um Addiren oder Subtrahiren von Brüchen. Diese Berechnungen können recht lästig werden, wenn die Nenner der Brüche sich nicht bequem auf einen kleinen Generalnenner bringen lassen. Diese Belästigung fällt aber fort, wenn man die hier in Betracht kommenden optischen Werthe in den durch Professor Nagel eingeführten Dioptrieen ausdrückt. Diese Ausdrucksweise hat den ungemeinen Vortheil, dass sie unmittelbarer und darum klarer, als dies bei Anwendung von Brüchen möglich ist, uns über die Grösse und das gegenseitige Verhältniss der optischen Werthe belehrt. Unter Dioptrie versteht man den optischen Werth einer Linse von 1 Meter Brennweite. $1\ D = \frac{1}{100}$ $\left(\frac{1}{39}\right)$. Wollen wir den optischen Werth der Brennweite einer Linse oder der Sehweite eines Auges in Dioptrieen übersetzen, so haben wir nur nöthig, mit der Sehweite, wenn sie in Centimetern angegeben ist, in 100, wenn sie in Zollen

ausgedrückt ist, in 39 oder 40 zu dividiren. Beträgt z. B. der Fernpunkts-Abstand eines Auges 34 cm = 13 Zoll, so ist die Myopie = $\frac{100}{34}$ = $\frac{39}{13}$ = 3 Dioptrieen. (Auf extreme Genauigkeit kommt es nicht an, und es ist zulässig, die Zahlen, wie in dem gegebenen Beispiel, abzurunden.) Will man umgekehrt aus den Dioptrieen die Sehweite eines Auges, oder die Brennweite einer Linse berechnen, so muss man mit der Anzahl der Dioptrieen in 100, beziehungsweise in 40 dividiren, um die Sehweite, oder Brennweite in Centimetern oder beziehungsweise in Zollen zu finden. Die Bequemlichkeit des Rechnens mit Dioptrieen ist so gross, dass ich es für gerechtfertigt halte, die in der 2. Auflage auf Rückseite von Tafel IV gegebene Tabelle, in welcher neben die hier in Betracht kommenden gemeinen Brüche die gleichartigen Dezimalbrüche gesetzt sind, ganz wegzulassen.

Die aus der Nahepunkts- und der Fernpunktseinstellung des Auges abzuleitende Accommodations-Breite $\left(\frac{1}{Np} - \frac{1}{Fp} = \frac{1}{Ac}\right)$ ist von der höchsten Wichtigkeit für die Leistung des Auges und eventuell für die Brillenwahl. Je grösser $\frac{1}{Ac}$ ist, desto grösser ist der Spielraum, innerhalb deren das Auge seine volle Sehschärfe zur Geltung bringt. Dieser Satz leuchtet sofort ein, wenn man sich das Auge als an sich emmetropisch, oder durch Gläser emmetropisch gemacht denkt. Ist die Accommodationsbreite sehr gering, oder = 0, so sieht das Auge nur in einer bestimmten Entfernung deutlich, in allen übrigen schlecht. $\frac{1}{Ac}$ ist beim Kinde am grössten und nimmt mit dem Alter mehr und mehr ab, indem der Nahepunkt allmählig weiter vom Auge abrückt, während der Fernpunkt ungefähr bis zum 50. Lebensjahr sich nicht merklich ändert und sich selbst im höheren Alter nur so wenig weiter vom Auge entfernt, dass der Werth von $\frac{1}{Fp}$ bis etwa um $1\frac{3}{5}$ D abnimmt. Nach der graphischen Darstellung von Donders (l. c. Seite 175) ist die Accommodationsbreite mit 10 Jahren etwa = 14 D, mit 15 Jahren = 12 D, mit 20 Jahren = 10 D, mit 25 Jahren = 8,5 D, mit 30 Jahren = 7 D, mit 35 Jahren = 5,6 D, mit 40 Jahren = 4,5 D, mit 45 Jahren = 3,5 D, mit 50 Jahren = 2,7 D, mit 55 Jahren = 2,1 D, mit 60 Jahren = 1,6 D, mit 70 Jahren =

1,2 D. Die Abnahme ist also eine Alterserscheinung. Man gebraucht aber für diese den Ausdruck: „Presbyopie", Alterssichtigkeit*) erst dann, wenn der Nahepunkt auf 21 cm oder mehr vom Auge abgerückt ist, und in Folge hiervon das Sehen in der Nähe erheblich gestört wird. Es ist dies bei Emmetropen im Alter von etwa 40 Jahren der Fall, bei Hyperopen früher. Bei Kurzsichtigkeit von 3 D und mehr liegt der ganze Bezirk, innerhalb dessen das Auge deutlich sieht, diesem so nahe, dass die presbyopische Abnahme der Accommodationsbreite das Sehen nicht leicht in einer für die Arbeit störenden Weise beeinträchtigt.

Für die Brillenwahl bei Kurzsichtigkeit gilt ganz allgemein die Regel, dass man nie eine übercorrigirende Brille geben darf. Ganz besonders ist dies bei jugendlichen Individuen zu berücksichtigen, weil in den Entwickelungsjahren die Zunahme der Myopie durch andauernde Anspannung der Accommodation begünstigt wird. Eine derartige Anspannung wird aber durch das Tragen zu starker Concavgläser bedingt. Auch sollte man bei jugendlichen Individuen stets darauf halten, dass die Concavbrille nicht für die Nahearbeit, sondern nur für die Entfernung gebraucht werde. Eine Ausnahme machen hier die Fälle mit sehr hohen Graden (über 6 D) von Kurzsichtigkeit. Hier sind nämlich auch für die Nahearbeit Concavgläser erforderlich, die aber um etwa 3 D schwächer sein müssen, als die für die Entfernung getragenen. Die höchsten Grade von Myopie können nur unvollkommen corrigirt werden, weil Gläser von weniger als 8 cm negativer Brennweite die Gegenstände so klein erscheinen lassen, dass das Sehen darunter leidet. Ferner ist zu beachten, dass von Kurzsichtigen, deren Accommodationsbreite in Folge des Alters stark abgenommen hat, und die früher nie eine Brille getragen hatten, vollkommen corrigirende Gläser nicht

*) Als synonym mit Presbyopie gebrauchte man früher den hier unpassenden Ausdruck „Weitsichtigkeit". Ich schlage vor, diesen Ausdruck als gleichbedeutend mit Emmetropie zu gebrauchen. Es würden dann kurzsichtig Diejenigen sein, die ihr Auge bis auf kurze Entfernungen, weitsichtig Diejenigen, die das Auge bis auf weite Entfernungen, weitsichtig Diejenigen, die das Auge auf Objecte, welche jenseits unendlicher (also in negativer) Entfernung liegen, einstellen können.

sogleich vertragen werden, weil diese einen Conflikt mit der Gewohnheit herbeiführen, bei einer bestimmten Convergenz der Augenachsen in bestimmtem Grade zu accommodiren. In solchen Fällen darf zu einem völlig corrigirenden Glase erst allmählig übergegangen werden. Für die weitaus meisten Fälle aber ist die bei der Brillenwahl bei Kurzsichtigkeit zu lösende Aufgabe dahin zu präcisiren, dass durch die Brille nicht eine künstliche Uebersichtigkeit geschaffen, dass aber andererseits das deutliche Sehen entfernter Gegenstände ermöglicht werde. Dies wird am besten so erreicht, dass man eine nicht völlig, aber doch soweit corrigirende Brille wählt, dass das Scharfsehen in die Entfernung nicht in erheblicher Weise gestört wird.

(Es handelt sich also darum, festzustellen, welche Wirkung die verschiedenen und ins Besondere die geringen Grade von Kurzsichtigkeit auf das Deutlichsehen ausüben. Ich werde im Nachstehenden diese Frage auch für die höheren Grade der Kurzsichtigkeit zu beantworten suchen, weil hierdurch erst klar wird, wie ausserordentlich gross die Wohlthat ist, die dem Kurzsichtigen durch eine zweckentsprechende Brille gewährt wird.

Bei der Fernpunktseinstellung eines kurzsichtigen Auges schneiden sich die von einem unendlich weit entfernten Objectpunkte ausgehenden Strahlen in einem Punkte vor der Netzhaut. Diese Strahlen bilden von der Pupille ab gerechnet annähernd einen Kegel und gehen von der Spitze des Kegels divergirend und einen zweiten kleineren Kegel von gleicher Form bildend zur Netzhaut weiter, die sie in einem Zerstreuungskreise beleuchten. Dieser Zerstreuungskreis functionirt als ein in die Fläche ausgezogenes Bild des Objektpunktes. Zwei Objectpunkte werden unter solchen Umständen noch von einander unterschieden werden, wenn die ihnen entsprechenden auf der Netzhaut entworfenen Zerstreuungskreise sich gar nicht, oder nur zum Theil decken. Je stärker die Kurzsichtigkeit ist, desto weiter vor der Netzhaut liegt der Durchschnittspunkt der von einem Objectpunkte ausgehenden Lichtstrahlen, und desto grösser wird der Zerstreuungskreis auf der Netzhaut und die Sehstörung. Ferner wächst die Grösse des Zerstreuungskreises in demselben Verhältniss, wie die Grösse der Pupille, weil Pupille und Zerstreuungskreis die Grundflächen unter sich ähnlicher Kegel sind. Die Sehstörung hängt also ab von dem Grade der Kurzsichtigkeit und von der Weite der Pupille. Um dies an Beispielen zu erläutern, will ich annehmen,

dass der (hintere Knotenpunkt) Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen des Auges 15 mm vor dem Durchschnittspunkt der von einem unendlich weit abliegenden Objecte ausgehenden Lichtstrahlen und 4 mm hinter der Pupille liege. Diese Annahmen stimmen mit der Wirklichkeit sehr nahe überein. Die Pupille selbst möge einen Durchmesser von 4 mm haben, wie dies bei gewöhnlicher Beleuchtung bei kurzsichtigen Augen oft der Fall ist. Unter diesen Voraussetzungen beträgt, wenn das Auge eine Kurzsichtigkeit von 1 Dioptrie hat, der Durchmesser des einem unendlich weit entfernten Objectpunkte entsprechenden Zerstreuungskreises auf der Netzhaut nahezu 0,08 mm, ist also mehr als 8 Mal so gross, als der Abstand von 0,0093 mm, den je 2 Netzhautbilder (cf. S. 7) haben müssen, wenn die ihnen entsprechenden zu einer Gruppe vereinigten Objecte von einem gesunden Auge gezählt werden sollen. Man kann hieraus leicht entnehmen, dass die Störung für das scharfe Sehen in der Entfernung schon bei geringen Graden von Kurzsichtigkeit sehr bedeutend ist: man würde aber irren, wenn man glauben wollte, dass die Sehschärfe bei Myopie 1 D wirklich auf 1/8 herabgesetzt wäre. Der Kurzsichtige erkennt nämlich aus der Form des aus Zerstreuungskreisen zusammengesetzten Netzhautbildes viel besser, als man nach der vorstehenden Auseinandersetzung erwarten sollte, die Form des zugehörigen Objectes. Ohne mich auf eine genauere Erklarung dieses für die Leistung des kurzsichtigen Auges so glücklichen Umstandes einzulassen, bemerke ich nur, dass das günstige Resultat wesentlich der Regelmässigkeit der Form der einzelnen Zerstreuungskreise zuzuschreiben sein dürfte, deren Mittelpunkte von dem Kurzsichtigen in Folge langer Uebung richtig lokalisirt werden, so lange grössere Abschnitte der Peripherie der einzelnen Kreise frei sind. Wie weit diese Compensation geht, dürfte durch Rechnung schwerlich genau zu ermitteln sein. Ich bin daher genöthigt gewesen, experimentell die Leistung des kurzsichtigen Auges für verschiedene Grade der Kurzsichtigkeit und für verschiedene Entfernungen zu prufen. Bei früheren Versuchen hatte ich, da die nicht zu vermeidende Differenz der Grosse der Pupillen es unmoglich gemacht haben würde, die Resultate der Beobachtungen, falls ich diese für jeden Grad der Kurzsichtigkeit je bei einer andern Person angestellt hatte, unter sich zu vergleichen, es vorgezogen, nach möglichst genauer Correction eines normal sehscharfen Auges für Einstellung auf unendliche Entfernung dasselbe durch successive Anwendung verschiedener Convex-

gläser beliebig kurzsichtig zu machen und nun die Versuche mittelst Sehproben in verschiedenen Entfernungen bei gleicher Pupillenweite (von 4 mm) anzustellen. Ich war damals zu den in der hier folgenden kleinen Tabelle niedergelegten Ergebnissen gelangt.

Kurzsichtigkeit	in Ctm	1/200	1/100	3/200	1/50	1/40	1/38	1/32
	in Zoll	1/76	1/38	2/51	1/19	1/15	1/14	1/12
Abstand der Objecte in Ctm .		600	600	600	600	600	600	600
Leistung an Sehschärfe		15/16	5/8	1/3	1/5	2/15	1/8	1/10
Kurzsichtigkeit	in Ctm	1/25	1/21	1/16	1/11	1/9	2/9	
	in Zoll	2/19	1/8	1/6	1/4	2/7	4/7	
Abstand der Objecte in Ctm . .		350	300	250	120	100	60	
Leistung an Sehschärfe		1/15	1/21	1/25	1/50	1/64	1/100	

Bei diesen Versuchen konnten nur die bei Anwendung sehr schwacher Gläser gefundenen Werthe ein Maass für die Beeinträchtigung geben, welche die Sehleistung durch eine den Gläsern entsprechende Myopie erfährt. Denn mit der Zunahme der Stärke der Convexgläser nimmt die Grösse der auf der Netzhaut entstehenden Zerstreuungskreise viel schneller zu, als bei den entsprechend hohen Graden der natürlichen Myopie. Ich habe nun mittelst meines Dioptriemeters (beschrieben in der Deutschen med. Wochenschr. 1877 Nr. 13, 21 u. 45) Experimente angestellt, bei denen der Einfluss der eben besprochenen Fehlerquelle sehr bedeutend verringert und doch der Vortheil der Constanz der Versuchsperson und der gleichweiten Pupille gewahrt ist. Ich betrachtete hier mittelst einer 10 cm vor meinem Auge befindlichen Convexlinse von 10 cm Brennweite verschiedene Sehproben in wechselnden Entfernungen. Die von den einzelnen Objectpunkten ausgehenden Lichtstrahlen mussten bei dieser Versuchs-Anordnung mein auf die Ferne eingestelltes Auge mit einer Convergenz von 1, 2 . . . . . n Dioptrieen treffen, je nachdem die Objectpunkte sich 1, 2 . . . . n cm vor der vorderen Brennebene der Convexlinse befanden. Diese Objectpunkte entwerfen hierbei Zerstreuungskreise auf dem Augenhintergrunde, die denjenigen fast genau gleich sind, die bei Myopie von 1, 2 . . . . n Dioptrieen entstehen, so lange es sich um niedere Grade von Myopie handelt, bei 5 Dioptrieen kaum

um $^1/_{10}$ *und erst bei mehr Dioptrieen erheblicher differiren. Indem ich mir vorbehalte, in einer besonderen Arbeit diese Verhältnisse genauer zu erörtern, will ich hier nur anführen, dass ich bei* $3^1/_2$ *mm Pupillenweite eine Herabsetzung der Sehleistung auf* $^{15}/_{16}$ *bis* $^{11}/_{12}$ *bei* $^1/_2$ *Dioptrie, auf* $^5/_9$ *bei 1 D, auf* $^1/_3$ *bei* $1^1/_2$ *D, auf* $^1/_4$ *bei 2 D, auf* $^1/_6$ *bei* $2^1/_2$ *D, auf* $^1/_7$ *bei 3 D, auf* $^1/_{10}$ *bei 4 D Ametropie bei wiederholten Versuchen gefunden habe. Bei noch weiterem Abrücken der Sehproben, also so zu sagen noch höheren Graden künstlicher Ametropie trat eine auffallende Erscheinung ein, welche die Sehleistung langsamer sinken liess, als ich nach der Theorie erwartet hatte. Es wurden nämlich die den einzelnen schwarzen Tüpfeln der Sehprobe entsprechenden Zerstreuungskreise in der Mitte so hell, dass sie leichter zählbar wurden und ich z. B. bei 8 D noch eine Sehleistung von* $^1/_{12}$, *bei 15 D noch von* $^1/_{30}$ *hatte.)*

Da eine Myopie von weniger als 0,5 D die Sehleistung für entfernte Gegenstände nur unerheblich vermindert, wie eben gezeigt ist, so wird für die Brillenwahl bei Myopie geringen und mittleren Grades den Seite 26 gestellten Anforderungen genügt werden, wenn man die Gläser etwa um $^1/_4$ bis $^1/_2$ Dioptrie schwächer nimmt, als zur genauen Correction erforderlich sein würde.

Ausdrücklich mache ich hier darauf aufmerksam, dass die so eben entwickelte Regel der unvollkommenen Compensation der Myopie durch Brillen sich nur auf diejenigen Fälle bezieht, in denen der Patient die Brille permanent, oder täglich eine Reihe von Stunden hintereinander trägt. Denn für alle diejenigen Kurzsichtigen, die sich nur einer Lorgnette bedienen oder ihre Brille nur etwa eine oder höchstens zwei Stunden täglich tragen, ist ein vollkommen compensirendes Glas durch nichts contraindicirt und daher einem schwächeren Glase entschieden vorzuziehen.

(Aus der obigen kleinen Tabelle folgt ferner, dass schon bei geringen Graden von Kurzsichtigkeit z. B. von $^1/_{40}$ = *2,5 D die Leistung des Auges für das Sehen in der Entfernung so bedeutend herabgesetzt ist, dass die betreffenden Individuen, wenn man ihnen keine passenden Gläser giebt, für den Militairdienst unbrauchbar sind, da die durch eine Kurzsichtigkeit von* $^1/_{40}$ = *2,5 D für das Sehen in der Entfernung bedingte Herabsetzung der Sehschärfe auf nur* $^1/_5$ *offenbar den Soldaten unfähig machen würde, in der Ent-*

fernung einen Feind zu erkennen und zu treffen. Wenn durch ein Reglement bestimmt werden soll, welcher Grad von Kurzsichtigkeit dienstuntauglich macht, so muss vorher darüber entschieden werden, ob den kurzsichtigen Soldaten eine Brille gestattet und eventuell gegeben wird, oder nicht. Im ersteren Falle würde nach meiner Ansicht die Dienstunbrauchbarkeit erst durch eine Kurzsichtigkeit von $^1/_{15} = 6^2/_3$ *D, im letzteren Falle schon durch eine Kurzsichtigkeit von etwa* $^1/_{70} = 1{,}4$ *D bedingt werden.)*

Brillenwahl bei Presbyopie. Durch die im Alter eintretende Beschränkung der Accommodation erleidet das kurzsichtige Auge nur dann eine Beeinträchtigung seiner Arbeitsfähigkeit für die Nähe, wenn die Kurzsichtigkeit einen sehr geringen Grad hat. Denn bei einem Fernpunktsabstande von 34 Ctm (13 Zoll) bleibt der Nahepunkt auch im höchsten Alter noch fast vollständig oder vollkommen in der gewöhnlichen Arbeitsweite, da er über den Fernpunkt nicht hinausrücken kann. Ist die Kurzsichtigkeit aber noch geringer, so kann ausnahmsweise der Fall eintreten, dass im Alter der Patient sowohl für die Entfernung, als auch für die Arbeit in der Nähe je eine besondere Brille tragen muss.

Bei Emmetropen und bei Uebersichtigen wird durch die Verringerung der Accommodationsbreite im zunehmenden Alter die Einstellung des Auges für geringe Entfernungen, namentlich für andauernde Arbeit in der Nähe, immer schwieriger und zuletzt unmöglich. (Bei Emmetropen tritt dies letztere in der Regel zwischen dem 40. und 50. Jahre ein.) Es ist ihnen nur die der Fernpunkts-Einstellung benachbarte Strecke der Accommodation geblieben. Innerhalb dieser Strecke kann das Auge aber ohne Beschwerde seine Accommodation andauerd stark anspannen, mindestens bis zur Hälfte oder $^2/_3$ der noch gebliebenen Breite. Dieser Grad von Anspannung stellt ja auch nur einen geringen Theil der in jüngeren Jahren vorhanden gewesenen Accommodationsbreite dar und zwar gerade den Theil, der früher viele Jahre lang ohne besondere Anstrengung dem Individuum zur Disposition gestanden hat. Es ist daher natürlich, dass, während einem jugendlichen Individuum eine lange fortgesetzte Anspannung der Accommodation bis zur Hälfte derselben Schmerzen verursacht, im vorgerückten Alter dieselbe verhältnissmässige Anspannung des Restes der Accommodation (aber absolut ge-

nommen viel geringere Anspannung des Accommodations-Muskels) ohne alle Beschwerde ertragen wird. Es folgt hieraus die praktisch sehr wichtige Regel, dass man Alterssichtigen, um ihnen die Arbeit in der Nähe (für einen Abstand von 25 bis 32 cm) zu ermöglichen, so schwache Convexbrillen geben darf, dass bei der Arbeit noch die Hälfte, oder selbst zwei Dritttheile der Accommodationsbreite in Anspruch genommen werden. Solche Brillen werden von den Alterssichtigen entschieden bevorzugt, da diese in Folge der Gewöhnung das Bedürfniss haben, bei der Arbeit ihre Accommodation mehr oder weniger anzuspannen. Der Arzt hat sogar die Pflicht, dem alterssichtigen Nicht-Myopen für die Arbeit nicht eine die Accommodation vollständig entspannende, sondern eine schwächere Convexbrille zu geben. Denn durch die vollständig entspannende Brille würde unnöthiger Weise der Kranke, der gewöhnt ist, in der Entfernung gut zu sehen, in den quälenden Zustand eines bedeutend Kurzsichtigen, der nur bis 32 Ctm (12 Zoll) Entfernung deutlich sieht, versetzt werden. Mit einer schwächeren Convexbrille aber sieht er auch in etwas grösserer Entfernung deutlich und kann sich daher mindestens im Zimmer leidlich orientiren. Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der für einen Presbyopen passenden Brille besteht darin, dass man ein Convexglas aussucht, welches den Nahepunkt auf 21 cm (8″) verlegt. Endlich kann man nach Donders (Anomalien der Refraktion und Accommodation p. 186) die Lesebrille für einen Presbyopen in der Art auswählen, dass man durch dieselbe den Fernpunktsabstand je nach dem Alter des Presbyopen verlegt. Diese Fernpunktsabstände

sind in Zollen	60	40	30	22	8	4	13	10	9	8	7
sind in cm	56	04	78	58	47	36	34	26	23	2	18½
sind in Dioptrien abgerundet	⅔		¼	1¾	2	2¾	3	4	4½	5	5½
für die Lebensalter von Jahren:	48	50	55	58	60	62	65	70	75	78	80

Bestimmung der Refraktion des übersichtigen Auges und die Brillenwahl für dasselbe. Bei der Bestimmung des Fernpunktes und oft auch des Nahepunktes des übersichtigen Auges ist die Anwendung von Convexgläsern nicht zu umgehen, weil die Strecke des deutlichen Sehens für ein solches Auge mindestens zum Theil, bisweilen auch gänzlich jenseits unendlich abliegt,

Das Auge muss, um die Sehproben in endlichen Entfernungen deutlich sehen zu können, durch eine Convexbrille für die Untersuchung emmetrop oder selbst kurzsichtig gemacht werden. Durch die Convexgläser wird aber der Gesichtswinkel, unter dem die Gegenstände erscheinen, vergrössert und damit auch die Sehschärfe künstlich gesteigert. Man muss dies berücksichtigen, wenn man die bei Anwendung starker Gläser erhaltenen Resultate mit denjenigen vergleichen will, die man bei der Untersuchung des unbewaffneten Auges erhielt. Es ist ferner zu beachten, dass die Wirkung des Convexglases sich steigert, wenn man dasselbe (bis zu einer gewissen Grenze) vom Auge entfernt. Man muss daher, um für die Brillenbestimmung unmittelbar verwendbare Resultate zu gewinnen, bei der mittelst der Sehproben angestellten Untersuchung des Auges das Convexglas in dem Abstande halten, in welchem das Brillenglas gewöhnlich getragen wird, also etwa 1 bis 1,3 Ctm vor dem Hornhautscheitel. Es haben bei Anwendung von starken Convexgläsern schon geringe Verschiebungen derselben Einfluss auf das Resultat der Messungen des Fernpunkts- und des Nahepunkts-Abstandes.

Eine andere sehr wichtige Fehlerquelle, die bei der Untersuchung übersichtiger Augen in Betracht kommt, liegt in einer nicht selten vorhandenen krampfhaften Contraction des Accommodations-Muskels dieser Augen. Weil der Muskel beim Sehen von dem Uebersichtigen unablässig angespannt wird, so tritt leicht ein permanenter Contractionszustand ein, das Auge verliert die Fähigkeit, die Accommodation nach Belieben völlig zu entspannen, und der der Fernpunktseinstellung benachbarte Theil der Accommodationsbreite geht scheinbar verloren, er wird, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, latent. Es kann so die Uebersichtigkeit zum Theil oder auch ganz und gar latent werden und einer oberflächlichen Untersuchung entgehen. Für die Behandlung des Auges und ins Besondere für die Brillenwahl ist es aber von der grössten Wichtigkeit, dass man die wirkliche und nicht die blos scheinbare Fernpunktseinstellung des untersuchten Auges genau bestimmt. Man hat Grund, einen permanenten Krampfzustand des Accommodations-Muskels zu vermuthen, wenn in kurzer Zeit die Accommodationsbreite schnell abgenommen hat, oder wenn dieselbe überhaupt geringer ist,

als dem Alter des Kranken entspricht. Denn die Accommodationsbreite wird sowohl durch die Altersveränderungen (durch Hinausrücken des Nahepunktes), als auch durch Krampf der Accommodation (durch Näherrücken des scheinbaren Fernpunktes) verringert. Da nun die erstere Quelle dieser Verringerung beim Uebersichtigen mit einer in enge Grenzen eingeschlossenen Gesetzmässigkeit die Zunahme des Alters begleitet, so kann man mit Berücksichtigung der auf Seite 24 gemachten Angaben die dem Alter zukommende Accommodationsbreite als Maasstab verwerthen, um zu beurtheilen, ob die gefundene (scheinbare) Accommodationsbreite zu gering ist, und ob sich daher mit Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein eines permanenten Krampfzustandes vermuthen lässt.

(Hierbei ist noch zu erwähnen, dass eine Verringerung der Grösse von $\frac{1}{Ac}$ *in verhältnissmässig seltenen Fällen durch Parese im Gebiete des nervus oculomotorius bedingt wird. Man wird von dieser Ursache der Accommodations-Störung aber absehen dürfen, wenn die Affection doppelseitig, die Pupille nicht abnorm weit ist und andere Lähmungserscheinungen im Gebiete des nervus oculomotorius fehlen.)*

Sicherheit über das Vorhandensein eines Krampfes des Accommodations-Muskels gewinnt man aber erst durch Anwendung von Mitteln, die den Krampf zu beseitigen im Stande sind. Hat man genügende Zeit, so empfiehlt es sich, den Kranken einige Tage lang Convexbrillen tragen zu lassen, die ihn in geringem Grade kurzsichtig machen, und ihm Lesen und Arbeiten in der Nähe untersagen. Es werden so alle Accommodations-Anstrengungen vermieden, der Krampf löst sich allmählich und die Uebersichtigkeit wird mehr und mehr manifest, bis man schliesslich durch Uebergang zu stärkeren Convexbrillen dahin gelangt, den wirklichen Fernpunkt des Auges zu bestimmen. Gelingt es durch dies Verfahren nicht, die dem Alter zukommende Accommodationsbreite herzustellen, oder ist man genöthigt, die Untersuchung möglichst schnell zu vollenden, so ist die Atropinisirung des Auges (durch Einträufeln einer Lösung von etwa 1 : 150) das sicherste und beste Mittel, die Accommodation vollständig zu erschlaffen und somit die genaue Bestimmung des wirklichen Fernpunkts-Abstandes zu ermöglichen, der die

Hauptgrundlage für die Wahl der für das übersichtige Auge passenden Brille abgeben muss.

Es liegt auf der Hand, dass ein Auge, dessen Uebersichtigkeit absolut ist, das also ohne Gläser in keiner Entfernung deutliche Bilder der Gegenstände erhält, durchaus einer Brille bedarf, welche die Uebersichtigkeit corrigirt. Aber auch in denjenigen Fällen von Uebersichtigkeit, bei denen der Nahepunkt und ein Theil der Accommodationsbreite diesseits unendlich liegen, ist eine Convexbrille häufig nicht blos eine Annehmlichkeit, sondern ein unabweisbares Bedürfniss. Denn bei der einen Form dieser nicht absoluten Uebersichtigkeit, nämlich der sogenannten relativen Uebersichtigkeit, ist das Auge, besonders wenn seine Accommodation schon etwas ermüdet ist, nur dadurch noch im Stande für einen Gegenstand zu accommodiren, dass die Energie des Accommodations-Muskels durch übermässige Steigerung der Convergenz der Achsen beider Augen in verstärktem Maasse angespornt wird. Das Auge weicht also nach der Seite des auf den Gegenstand eingestellten Auges ab und es entsteht convergirendes Schielen. Es ist daher bei der relativen Uebersichtigkeit die Correctur derselben durch eine passende Brille zugleich das beste Mittel, um das Schielen zu verhüten, und es ist in diesen Fällen ebenso nöthig, wie bei der absoluten Uebersichtigkeit, eine Convexbrille zu geben Diese Brille soll zunächst nur für das Sehen in den Entfernungen benutzt werden, bei denen sonst Schielen eintrat.

Bei der anderen Form der nicht absoluten Uebersichtigkeit, nämlich der sogenannten facultativen, kann das Auge frei über den diesseits unendlich liegenden Theil seiner Accommodations-Breite verfügen. Ist dieser Theil gross und die Energie des Accommodations-Muskels einer lange fortgesetzten Arbeitsleistung gewachsen, so genügt ein solches Auge allen Anforderungen seines Besitzers. Nimmt aber die Energie des Muskels ab (ein Fall, der namentlich im jugendlichen Alter öfters eintritt), so geht die facultative Uebersichtigkeit in die relative über und es wird nun das Tragen von Convexbrillen schon früh zum dringenden Bedürfniss. Ueberhaupt entgeht der Uebersichtige nicht der Nothwendigkeit, den Refractionszustand seines Auges durch eine Convexbrille zu verschieben, weil mit zunehmendem Alter der Nahepunkt immer weiter vom Auge abrückt, bis er

endlich jenseits unendlich liegt und die Uebersichtigkeit somit absolut wird. Der Uebersichtige wird also allmählich in die Lage kommen, eine Arbeitsbrille und im höhern Alter auch eine für das Sehen in der Entfernung geeignete Convexbrille tragen zu müssen.

Regeln für den Gang der Untersuchung bei Bestimmung der Sehschärfe, des Fernpunktes und des Nahepunktes.

Es ist zu empfehlen, die Bestimmung der Sehweite und der Sehschärfe im Zusammenhange vorzunehmen.

Die Augen sind stets einzeln in Bezug auf die Sehschärfe zu prüfen.

Der Kranke wendet dem Licht mehr oder weniger den Rücken zu. Die Sehprobentafel muss das Licht schräg von vorn erhalten. Beleuchtung durch gewöhnliches Tageslicht ist am zweckmässigsten; das directe Sonnenlicht ist als blendend zu vermeiden. Beleuchtung der Proben durch eine hellbrennende Lampe reicht aus, wenn das Auge gegen das direct von der Lampe kommende Licht geschützt ist.

Der Grad der centralen Sehschärfe (**S**) eines Auges wird durch den Bruch ausgedrückt, dessen Zähler gleich dem Abstande (*d*) in Centimetern ist, in welchem das Auge die Tüpfel, aus denen die einzelnen Gruppen der Probe bestehen, sicher zählt, oder die Buchstaben der Probe liest; und dessen Nenner die Normalzählweite (*dn*) derselben Probe ist.

Man beginnt die Untersuchung zweckmässig mit einer möglichst grossen Sehprobe in der für diese normalen Sehweite, also je nach der Grösse des Zimmers mit einer Probe, die für 5 bis 6 Meter bestimmt ist. Der entsprechende Abstand ist am besten ein für alle Mal abgemessen.

Entziffert der Untersuchte die Probe leicht, so geht man zu kleineren Proben über, bis sie eben nur noch sicher entziffert werden, Man findet nun durch Einsetzung der Werthe von *d* und *dn* in die Gleichung $S = \frac{d}{dn}$ die Sehschärfe, welche in diesem Falle grösser als 1 ist.

Wird in der gewählten Entfernung die entsprechende Sehprobe entziffert, die kleineren Proben aber nicht, so ist S = 1.

Wird die gefundene höchste Sehleistung (S > 1 oder S = 1) durch ein schwaches Convexglas (etwa + 1/4 bis 1/2 D) verringert, so ist Emmetropie vorhanden. Wird die Sehleistung dagegen durch ein schwaches Convexglas nicht verringert, so geht man zu stärkeren Gläsern über, bis eine Abnahme der Sehleistung sich bemerklich macht. Das stärkste Convexglas, bei dessen Anwendung diese Abnahme sich noch nicht zeigt, giebt unmittelbar den Grad der Uebersichtigkeit des untersuchten Auges an.

Wird in der gewählten Entfernung von 5 bis 6 Metern die entsprechende Probe nicht entziffert, so ist daran zu denken, dass Uebersichtigkeit, oder Kurzsichtigkeit, oder Astigmatismus, oder Trübungen der brechenden Medien oder Schwachsichtigkeit die Ursache sein kann. Man geht, um hierüber in das Klare zu kommen, zu grösseren Sehproben über und fährt hiermit fort, bis eine Probe entziffert wird, oder bis man bis zur grössten vorhandenen Sehprobe gelangt ist. Nunmehr wird versucht, ob durch schwache Convexgläser eine Steigerung der Sehleistung erzielt wird. Ist dies der Fall, so verfährt man, wie im letzten Absatz angegeben ist, und findet so zugleich die Sehschärfe und in dem angewendeten stärksten Convexglase, welches die Sehleistung noch als maximale zulässt, den Grad der (manifesten) Uebersichtigkeit.

Helfen Convexgläser nicht, oder weiss man bereits anderweit, dass das Auge kurzsichtig ist, so giebt man ein schwaches Concavglas und geht, so lange, als eine Steigerung der Sehleistung hierdurch erzielt wird, allmählich zu immer stärkeren Concavgläsern über. Man findet so einen Ausdruck für die Sehschärfe in dem Bruche $\frac{d}{dn}$ und zugleich in dem schwächsten Concavglase, bei dessen Anwendung $\frac{d}{dn}$ den überhaupt erreichten höchsten Werth zeigt, ein genaues Maass für den Grad der Myopie.

Bessern weder Convex-, noch Concav-Gläser die Sehleistung, oder bleibt diese trotz einer gewissen Besserung durch die Gläser doch unter der Norm, so kann die Ursache der verminderten Sehleistung Astigmatismus, oder Trübung der

brechenden Medien, oder Schwachsichtigkeit sein. Wie man auf Astigmatismus untersucht, werde ich am Schluss dieses Buches besprechen. Ist kein Astigmatismus vorhanden, oder hat man den Astigmatismus durch Cylindergläser gut corrigirt, so ist der etwa noch verbleibende Grad von Verminderung der Sehleistung auf Trübungen der brechenden Medien, oder auf Schwachsichtigkeit zu beziehen. Hierüber giebt dann die objective Untersuchung des Auges Aufschluss.

Bei sehr hohen Graden von Myopie wird durch schwache Concavgläser die Sehleistung nicht merklich und selbst durch stärkere Gläser so wenig gebessert, dass man Gefahr läuft, die Kurzsichtigkeit mit Schwachsichtigkeit zu verwechseln. Diese Gefahr wird (abgesehen von der durch den Augenspiegel zu gewinnenden Richtigstellung der Diagnose) vermieden, wenn man die auf grosse (5 bis 6 Meter) Entfernung angestellte Sehprüfung durch eine in der Nähe angestellte Prüfung vervollständigt. Diese letztere Art der Sehprüfung giebt überdies in allen Fällen, in denen man durch weit entfernte grosse Sehproben bereits in befriedigender Weise Fernpunkt und Sehschärfe bestimmt hatte, eine werthvolle Controle.

Man nähert bei dieser Art der Untersuchung die in ihrer normalen Zählweite nicht entzifferte Sehprobe soweit, bis sie sicher entziffert wird und wiederholt dies mit immer kleineren Proben, bis eine Steigerung des Verhältnisses der wirklichen Zählweite (d) zur normalen (dn) nicht mehr stattfindet, das heisst, bis der innerhalb einer gewissen Strecke sich für S ergebende Werth ein sich gleichbleibendes Maximum darstellt. Die Gleichung, die für S den höchsten Werth ergiebt, bezeichnet dann die wirkliche Sehschärfe des Auges. Wird z. B. Nr. 100 in 50 Ctm, Nr. 50 in 36 Ctm, Nr. 36 in 30 Ctm, Nr. 30 in 25 Ctm, Nr. 18 in 15 Ctm, Nr. 16 in 10 Ctm Abstand entziffert, so ist $S = \frac{5}{6}$ da $\frac{30}{36} = \frac{25}{30} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6}$ und da die Werthe $\frac{50}{100}$, $\frac{36}{50}$ und $\frac{10}{16}$ sämmtlich kleiner als $\frac{5}{6}$ sind. Der Fernpunktsabstand ist einfach durch die grösste Entfernung gegeben, in der $\frac{d}{dn}$ noch seinen höchsten Werth hat. Im vorstehenden Beispiele würde derselbe 36 cm oder wenig darüber betragen.

In der angegebenen Weise findet man S und Fp bei Myopie in der Regel schnell. Geht die Myopie aber über 10 Di-

optrien hinaus, und ist dabei ausnahmsweise die Sehschärfe gut, so ist man selbst bei Anwendung meiner Sehproben gezwungen, Concavgläser für die Ermittelung des Grades der Sehschärfe zu Hilfe zu nehmen. Diese Gläser werden aber fast immer nur schwach zu sein brauchen und daher die Genauigkeit des für S gefundenen Werthes nicht beeinträchtigen.

Ist Emmetropie oder Hyperopie vorhanden, so kann man den Fernpunktsabstand durch Sehproben, die dem Auge in geringer Entfernung dargeboten werden, natürlich nur in der Art feststellen, dass man das Auge durch Vorsetzen eines starken Convexglases künstlich kurzsichtig macht (cf. p. 40). Nur bei sehr hohen Graden von Uebersichtigkeit wird ein stärkeres Glas, als $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{16}$ erforderlich. Die bei Anwendung von solchen Gläsern sich ergebende Sehschärfe ist etwas grösser, als diejenige des unbewaffneten Auges.

Während für die Bestimmung des Fernpunktabstandes die Prüfung mit 5 bis 6 m entfernten Sehproben in weitaus den meisten Fällen den Vorzug schon wegen der möglichst vollständigen Erschlaffung der Accommodation verdient, wird dagegen die Bestimmung des Nahepunktes durch kleine Sehproben, die in die Nähe des Auges gebracht werden, im Allgemeinen am Besten ausgeführt, weil hier die Einstellung des Auges auf den Nahepunkt am vollkommensten gelingt. Es werden für diese Untersuchung am zweckmässigsten die Sehproben der kleinen Tafel IV und der Zinktafel benutzt, die man dem Auge soweit nähert, als noch eine möglichst kleine Probe entziffert wird. Nunmehr befindet sich die Sehprobe in dem Nahepunktsabstande vom Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen des Auges, d. h. von einem etwa $^3/_4$ cm hinter dem Hornhautscheitel gelegenen Punkte. Es kann so der Nahepunktsabstand bei Myopen jeden Alters, sowie bei Emmetropen und selbst bei Hyperopen jugendlichen Alters unmittelbar gemessen werden. Ist dagegen in Folge vorgerückten Alters oder starker Uebersichtigkeit der Nahepunkt vom Auge weit abgerückt, so muss man durch Vorsetzen von convex $^1/_{20}$, oder unter Umständen selbst von stärkeren Convexgläsern denselben dem Auge künstlich nähern. Aus dem nunmehr gemessenen, so zu sagen künstlichen Nahepunktsabstande (Np^1) ist vermittelst der Gleichung $\frac{1}{Np} + \frac{1}{20} = \frac{1}{Np^1}$ leicht der Werth des (natürlichen)

Nahepunktsabstandes des unbewaffneten Auges zu berechnen. Wegen der Kleinheit der auf Tafel IV und auf der Zinktafel befindlichen Sehproben kann man mit diesen in der angegebenen Weise den Nahepunkt selbst bei den höchsten Graden von Kurzsichtigkeit bestimmen, ohne einen irgend beachtenswerthen Fehler zu begehen.

(Die sonst üblichen Schriftproben dagegen, von denen die kleinsten auf eine mindestens 3 mal so grosse Leseweite berechnet sind, als meine Nr. 10 werden ihrer Grösse wegen noch erheblich diesseits des wahren Nahepunktes gelesen und eignen sich zur Bestimmung des Nahepunktes nur, wenn man diesen durch Concavgläser weit vom Auge abrückt.)

Die Bestimmung des Fernpunktes des Auges wird nicht selten durch Simulation von Kurzsichtigkeit erschwert. Diese Simulation hat besonders für den Militairarzt Interesse. (In der Deutschen Armee macht eine Kurzsichtigkeit von $6^2/_3$ D dienstuntauglich.) Zur Entdeckung der Simulation stehen mehrere Wege offen.

Erstens kann man die zu untersuchende Person über die Entfernung, in der eine Sehprobe erkannt werden soll, in der Weise zu täuschen versuchen, dass der Untersuchte die Sehprobe für weniger weit entfernt hält, als sie ist. Derselbe kommt dadurch in die Gefahr, durch das Lesen oder Entziffern der Sehproben sich zu verrathen. Man verfährt dabei so, dass man dem Untersuchten das eine Auge zuhalten lässt, um es ihm zu erschweren, sich über die Entfernung der Sehproben zu orientiren. Vor das andere Auge wird ihm ein starkes Convexglas z. B. + $^1/_{20}$ gehalten. Hatte der Untersuchte behauptet, nur innerhalb von 15 cm entfernte Gegenstände mit blossem Auge noch scharf zu sehen, so würde er durch das 1 cm vor sein Auge gehaltene Convexglas nur bis auf einen vom Glase abgemessenen Abstand von $8^1/_3$ cm scharf sehen dürfen. Sieht und entziffert er feine Sehproben in grösserer Entfernung, so ist er nicht so kurzsichtig, wie er angiebt. Entziffert er sie bis auf 20 cm Entfernung, so würde Emmetropie erwiesen sein. Man kann diese Art der Untersuchung, ohne das Prinzip derselben zu verletzen, mannigfaltig abändern, wird aber finden, dass der Untersuchte öfters ein so genaues Accommodations-

Gefühl besitzt, dass er auf diesem Wege der Simulation nicht zu überführen ist.

Ein zweiter Weg geht davon aus, dass man unter Berücksichtigung der für das Lebensalter des Untersuchten legitimen Accommodationsbreite aus dem Nahepunkte den Fernpunkt berechnet. Man verfährt hier in der Weise, dass man zunächst feststellt, ob das zu untersuchende Auge innerhalb des angeblichen Fernpunktsabstandes eine normale, oder doch nahezu normale Sehschärfe zeigt. Ist dies der Fall, so muss eine Person von 20 Jahren, deren Fernpunktsabstand nur 15 cm betragen soll, Sehproben, die bis auf $6^{2}/_{3}$ cm dem Auge genähert werden, noch erkennen, da ihre Accommodationsbreite mindestens 9 Dioptrien beträgt. Ist aber der geringste Abstand, in welchem diese Person die Proben entziffert, gleich $7^{1}/_{2}$ cm oder grösser, so ist die Kurzsichtigkeit sicher nicht in dem behaupteten Grade vorhanden. Auf Grund desselben Prinzipes kann man die Simulation der Kurzsichtigkeit nachweisen, wenn man den Nahepunktsabstand unter Anwendung eines starken Concavglases bestimmt. Es kommen dabei aber Fehlerquellen, wie Beschlagen und Trübsein des Glases, Veränderung der Wirkung des Glases durch Schiefhalten oder durch grösseren Abstand vom Auge, Verkleinerung des Gesichtswinkels, der Art in das Spiel, dass das Ergebniss der Untersuchung viel unsicherer wird, als bei der einfachen mittelst kleinster Sehproben und ohne Gläser ausgeführten Prüfung des Nahepunkt-Abstandes.

Ein vorzügliches Mittel zur Entdeckung der Simulation bietet das Eintröpfeln von Atropin, oder wenn man sehr vorsichtig sein will, von Homatropin in den Bindehautsack, weil sie die wahre Fernpunktseinstellung des Auges erzwingt. Man erkennt nun den wirklichen Fernpunkts-Abstand daran, dass die Sehproben nur in diesem Abstande mit der vollen (vorher ermittelten) Sehschärfe entziffert werden. Hierbei bedarf es keines Brillenglases, selbst dann nicht, wenn der Simulant eine wirklich vorhandene mässige Kurzsichtigkeit nur zu übertreiben versuchte. Gerade bei diesen nicht ganz seltenen Fällen lassen uns die bisher üblichen Sehproben so gut wie ganz im Stich, weil sie für die bei Myopischen in Betracht kommenden Entfernungen von 50 cm (19 Zoll) und darunter keine entsprechenden Grössenabstufungen haben und den Arzt daher zwingen, Leseproben

zu gebrauchen, durch deren übermässige Grösse die auf dem Augenhintergrund entworfenen Zerstreuungskreise in ihrer das Lesen störenden Wirkung compensirt werden. Der Simulant kann daher bei Anwendung dieser Proben bis zu einem gewissen Grade immerhin täuschen. Meine internationalen Sehproben dagegen gestatten durch 16 Abstufungen, die sie für Entfernungen von 50 cm abwärts haben, für die verschiedensten Fernpunkte Myopischer eine hinlänglich entsprechende Nummer zu wählen.

Die sicherste Controle gegen Simulation von Kurzsichtigkeit gewährt natürlich immer die Untersuchung des atropinisirten Auges durch den Augenspiegel.

Diagnose des Astigmatismus mit Hilfe der grossen Tafel III und der kleinen Tafel V.

Wandtafel III und Tafel V sind den „Test Types for Astigmatism" von Dr. Orestes M. Pray nachgeahmt, die ich aus George Lawson: „Diseases and injuries of the eye, London 1869" kennen gelernt habe. Ich habe nur die Striche nicht zu Buchstaben, sondern zu runden Scheiben zusammengestellt und verschiedene Richtungen, welche die Striche haben, von 12 auf 18 erhöht. Die Tafel III soll in einem Abstande von 5 bis 6 Meter sich vor dem zu untersuchende Auge befinden, welches für das Sehen in die Ferne durch ein möglichst schwaches sphärisches Concavglas, oder ein möglichst starkes Convexglas corrigirt ist.

Ist das Auge überhaupt astigmatisch, so erscheinen demselben bei dem Betrachten der senkrecht gehaltenen Tafel III die Striche der Scheiben verschieden scharf. Einzelne Scheiben sehen scharf weiss und schwarz gestrichelt, andere wie verschwommen und grau aus. Die schärfsten und schwärzesten Striche geben die Richtung des Meridians der stärksten Krümmung der Hornhaut an (wenn, wie in der Regel, der Astigmatismus auf ungleichmässiger Krümmung der Hornhaut beruht). Die neben der betreffenden Scheibe befindliche mit 10 zu multiplizirende Zahl bezeichnet den Winkel, unter dem jener Meridian die Horizontalebene schneidet. Ist der Astigmatismus ein regelmässiger, d. h. stehen der Meridian der stärksten und

der der schwächsten Krümmung ganz oder nahezu senkrecht auf einander, so erscheint die Scheibe, welche mit der am schärfsten gesehen in einem Rahmen liegt, am wenigsten scharf gestichelt, weil die Striche je zweier solcher Scheiben in ihrer Richtung rechtwinkelig gegen einander verlaufen.

Nachdem der Kranke gesagt, welche Scheibe am schwärzesten und schärfsten gestrichelt ist, und so gewissermassen mit einem Schlage die Achsenrichtung des Astigmatismus unmittelbar bestimmt ist, bringt man vor das Auge zuerst ein schwaches concaves Cylinderglas, dessen Achse senkrecht zur Richtung der schärfsten Striche steht und dessen Krümmung mit dem Meridian der stärksten Hornhautkrümmung gleich gerichtet ist. Man lässt dann allmählig stärker concave Cylindergläser, die in gleicher Weise gerichtet werden, so lange folgen, bis die sämmtlichen kreisförmigen Scheiben gleichmässig scharf gestrichelt erscheinen. Dasjenige Cylinderglas, welches diese Bedingung erfüllt, entspricht genau dem Grade des dem untersuchten Auge eigenthümlichen (regulären) Astigmatismus. Eine Combination aus diesem Cylinderglase und dem gleichzeitig angewendeten sphärischen Glase giebt die Correctionsbrille, die das Auge für die Entfernung bedarf. Handelt es sich um einen Presbyopen, der ausser dem Glase für die Entfernung auch eine Lesebrille gebraucht, so hat man nur nöthig den Astigmatismus des Auges durch das zuletzt angewendete Cylinderglas zu compensiren, dann nach einer der 3 auf Seite 31 angegebenen Methoden das für das jetzt nicht astigmatische Auge passende Leseglas zu bestimmen und dies Glas mit dem Cylinderglase zu vereinigen.

Tafel V ist nur darum wieder beigefügt worden, weil sie sehr portativ ist und da, wo man die grosse Tafel III nicht zur Hand hat, wenigstens eine bequeme Bestimmung der Achsenrichtung des Astigmatismus gestattet. Auch kann man analog, wie mittelst Tafel III, mit Hülfe von Tafel V den Grad des Astigmatismus messen. Das bei der Untersuchung zu verwendende sphärische Glas ist natürlich um + 2 D stärker, als bei Anwendung von Tafel III, ein Umstand der bei der Brillenberechnung berücksichtigt werden muss.

Ich halte die Bestimmung des Astigmatismus durch Tafel III für sehr bequem und sicher und glaube, dass diese Bestim-

mungsweise vor der Anwendung des drehbaren Schlitzes den Vorzug darum verdient, weil bei diesem, wenn er eng ist, die Sehschärfe zu sehr herabgesetzt wird, und wenn er weit ist, das Ergebniss der Messung ungenau ausfällt.

In Bezug auf die technische Ausführung bemerke ich, dass die Striche auf Tafel III 3 mm, auf Tafel V 0,4 mm breit sind.

Berlin, Hofbuchdruckerei von W. Büxenstein.

20 m.

L A

15 m.

R V U

12 m.

D O L

10 m.

A R K V

I.

Lith. v. P. Rohrbach. Druck bei Th. Fischer, Cassel.

Verlag v. A. Freyschmidt, Cassel 1882.

II.

8 m.

T V L F

6 m.

R L A U K

5 m.

V T R K A D

4 m.

A L B T O F V R

3 m.

R F A O K U L D T V

2½ m.

U D L A R T V F K B

2 m.

L R F U V A K B D O

1¾ m.

T V A O R F U K D L

1½ m.

A T R V U L K D B F

1¼ m.

A O F K D V R U L T

1 m.

V R L T A F D B X U

0,8 m.

L A D U K V R T B O

0,6 m.

K O B F T R V L A D

0,5 m.

B T A R V X L U F K

Dr. Burchardt.

Internationale Sehproben.

Tafel I.

